

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Alexandru CIORNEI

Cum
concepem

CONSTRUCTIILE
CIVILE



Editura JUNIMEA

Alexandru Ciornei

Cum concepem

**CONSTRUCTIILE
CIVILE**

Editura JUNIMEA

Control științific: **Prof. univ. dr. ing. Dan Florin Tudor**
Universitatea Tehnică Timișoara
Prof. univ. dr. ing. Horia Asanache
Universitatea Tehnică de Construcții București

Redactare computerizată:

George Patrașcu
Liviu Lupu
Diana Balint
Vlad Rotariu

Coperta:

Cătălin Soreanu

Redactor: VASILIAN DOBOȘ
Tehnoredactor: MIHAI BUJDEI

Apărut 2000. Format 70x100/16. Coli tipo 26
Bun de tipar la 10.X.2000
Editura "JUNIMEA", B-dul Carol I, Nr. 3-5
IAȘI-ROMÂNIA

Tipărit la S.C. "S.L. & F" S.R.L. IAȘI

ISBN 973-37-0564-0

CUPRINS

Capitolul 1. INTRODUCERE.....	11
INTRODUCTION	
Capitolul 2. PRODUSUL CLĂDIRE.....	14
THE BUILDING PRODUCT	
2.1. CLĂDIRE - ADĂPOST.....	14
2.2. CARACTERISTICILE PRODUSULUI CLĂDIRE.....	15
2.3. ELEMENTELE PRINCIPALE ALE CLĂDIRII.....	17
Capitolul 3. PROBLEME ACTUALE ALE CONSTRUCȚIILOR.....	18
ACTUAL PROBLEMS FOR BUILDINGS	
3.1.ECONOMIA DE ENERGIE.....	18
Consumul de energie în construcții	
3.2.CREATIVITATE ÎN CONSTRUCȚII	28
Creativitate de grup. Procesul creativ. Obstacole în creativitate. Tehnici în creativitate.	
Capitolul 4. CLASIFICAREA CONSTRUCȚIILOR.....	39
CONSTRUCTION CLASIFICATION	
Capitolul 5. MOD DE GANDIRE ÎN EVOLUȚIA CONSTRUCȚIILOR.....	43
WAY OF THINKING IN CONSTRUCTION EVOLUTION	
5.1.PIRAMIDA EGIPTEANĂ.....	43
Piramida. Ipoteze de construcții.	
5.2.TEMPLUL GRECIEI ANTICE.....	48
Sisteme de execuție. Ordinul în Grecia Antică. Scara umană.	
Modularea. Corecții optice. Teatrul	
5.3.PANTEONUL DIN ROMA ANTICĂ.....	54
Sisteme de execuție. Panteonul.	
5.4.BISERICA "SF. SÔFIA".....	58
Sisteme bizantine de boltire. Biserica bizantină "Sf. Sofia"	
5.5.BOLȚILE ROMANICE.....	61
Sisteme de execuție.	
5.6.CATEDRALA GOTICĂ.....	64
Sisteme de execuție. Catedrala gotică.	
5.7.MĂNĂSTIRILE DIN MOLDOVA.....	68
Sisteme de execuție. Bolțile moldovenești. Mănăstirea moldovenească.	
Capitolul 6. COORDONAREA MODULARĂ.....	73
MODULAR COORDINATION	
6.1. GENERALITĂȚI.....	73
Coordonarea dimensiunilor. Istoric.	
6.2. COORDONAREA MODULARĂ.....	74
Utilizare. Sistem spațial de referință. Dimensiuni modulare de coordonare.	
Coordonarea dimensiunilor elementelor de construcție.	

Capitolul 7. TOLERANȚE ȘI ABATERI ÎN CONSTRUCȚII	79
DIMENSIONAL TOLERANCE AND DEVIATION IN CIVIL ENGINEERING	
7.1. GENERALITĂȚI.....	79
7.2 TOLERANȚE ȘI ABATERI.....	79
Capitolul 8. EXIGENȚE ÎN CONSTRUCȚII	84
GENERAL REQUIREMENTS IN CONSTRUCTIONS	
8.1.GENERALITĂȚI.....	84
Cerințe fiziologice naturale. Cerințe psiho-sociale. Cerințe de eficiență.	
Exigența utilizatorului. Exigența de performanță. Criteriul de performanță.	
Metode de evaluare a performanțelor.	
8.2.PERFORMANȚE ÎN CONSTRUCȚII.....	85
Exigențele utilizatorilor în construcții. Stabilitate și rezistență. Siguranță la foc.	
Siguranță de utilizare. Etanșeitate. Higrotermice. Ambianță atmosferică. Acustice.	
Vizuale. Tactile. Antropo-dinamice. Igienă. Utilizarea spațiilor. Durabilitate. Economie.	
8.3.APRECIEREA CALITĂȚII CONCEPTIEI CLĂDIRII.....	99
Capitolul 9. HIGROTERMICA CLĂDIRILOR	100
HEAT AND MASS TRANSFER IN BUILDINGS	
9.I. IZOLARE TERMICĂ.....	100
9.I.1.GENERALITĂȚI.....	100
Confortul termic interior. Economia de combustibil pentru încălzire.	
9.I.2.TRANSMITEREA CĂLDURII PRIN ELEMENTELE DE CONSTRUCȚIE.....	101
Modurile de transmisie a căldurii. Conducție. Convecție. Radiație.	
Caracteristici pentru calculul termic. Temperatură. Coeficientul de conductivitate termică.	
Capacitate calorică masică. Transferul termic prin elementele de construcții în straturi.	
Determinarea distribuției temperaturii. Rezistența termică a stratului de aer.	
9.I.3.DIMENSIONAREA TERMICĂ A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE	107
Calculul pentru perioada de iarnă. Calculul pentru perioada de vară. Inerție termică. Punți termice.	
9.I.4.CALCULUL COEFICIENTULUI GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ LA CLĂDIRI DE LOCUIT....	113
9.II.COMBATAREA UMEZIRII DIN CONDENS.....	116
9.II.1.GENERALITĂȚI.....	116
Difuzia vaporilor de apă în clădiri. Fenomenul de condens. Caracteristicile umidității aerului.	
Valoarea presiunilor parțiale. Variația presiunii de saturație.	
9.II.2.CALCULUL LA CONDENS AL VAPORILOR DE APĂ.....	121
A.Condensul pe suprafața interioară a elementului de construcție	
B.Condensul vaporilor de apă în masa elementului de construcție	
Protecția împotriva umezirii din condens.	
Capitolul 10. IZOLAREA ACUSTICĂ A CLĂDIRILOR	126
SOUND INSULATION IN BUILDINGS	
10.1.GENERALITĂȚI.....	126
Efectele zgomotului. Sunetul ca fenomen fizic. Sunetul ca fenomen fiziologic.	
Propagarea sunetelor. Absorbția acustică.	
Modurile de transmisie a zgomotelor. Măsurarea zgomotului.	
10.2.IZOLAREA ACUSTICĂ LA ZGOMOT AERIAN.....	133
Determinarea experimentală la scară naturală a indicelui de atenuare acustică.	
Calculul simplificat al indicelui efectiv de izolare acustică.	
10.3.IZOLAREA ACUSTICĂ LA ZGOMOTUL DE IMPACT.....	138

Capitolul 11. ILUMINATUL NATURAL AL CLĂDIRILOR	141
NATURAL LIGHTING	
11.1.GENERALITĂȚI.....	141
Conceptul de confort luminos. Exigențe privind iluminatul natural. Iluminarea naturală exterioară..	
11.2.ILUMINATUL INTERIOR NATURAL.....	142
Iluminarea naturală verticală prin ferestre.	
11.3.CALCULUL ILUMINĂRII NATURALE.....	145
Calculul coeficientului bolții cerești. Iluminarea indirectă.	
Capitolul 12. ACȚIUNI ÎN CONSTRUCȚII	151
CONSTRUCTIONS LOADS	
12.1.GENERALITĂȚI	151
Clasificarea încărcărilor. Intensitatea încărcărilor. Grupările de încărcări.	
12.2.ÎNCĂRCĂRI PERMANENTE.....	154
12.3.ÎNCĂRCĂRI UTILE.....	155
12.4.ÎNCĂRCĂRI DATE DE ZĂPADĂ	158
12.5.ÎNCĂRCĂRI DATE DE VANT.....	160
Direcția vântului. Viteza vântului. Presiunea dinamică a vântului. Presiunea vântului pe clădiri cu răspuns static. Coeficienți aerodinamici. Presiunea vântului pe clădiri cu răspuns dinamic. Efectul de rezonanță. Deplasarea totală pe orizontală.	
12.6.ÎNCĂRCĂRI DATE DE TEMPERATURA EXTERIOARĂ.....	165
12.7.ÎNCĂRCĂRI SEISMICE.....	167
Cutremurele de pământ. Cutremurele moldavice. Scări de intensitate seismică. Determinarea forțelor seismice.	
Capitolul 13. NOȚIUNI DE CALCUL ÎN CONSTRUCȚII	177
DESIGN NOTIONS IN BUILDINGS	
13.1.SIGURANȚA CONSTRUCȚIILOR	177
Istoric. Noțiunea de siguranță. Factorii ce condiționează siguranța. Conceptul de siguranță.	
13.2.METODE DE CALCUL	180
Introducere. Metode deterministe. Metoda rezistențelor admisibile. Metoda la rupere. Metoda starilor limita. Conceptul de siguranță. Factorul de siguranță la încărcare. Încărcarea normată. Caracteristica geometrică. Rezistența normată. Factorul de siguranță al materialelor. Factorul condițiilor de lucru.	
Capitolul 14. FUNDAȚII DE SUPRAFAȚĂ	188
SURFACE FOUNDATIONS	
14.1.GENERALITĂȚI	188
Condiții pe talpa de fundare. Clasificarea fundațiilor. Alegerea sistemului de fundare.	
14.2.FUNDAȚII RIGIDE	193
Fundații continue. La clădiri cu puține nivele. Materiale. Fundații cu rigiditate sporită. Fundații sub ziduri despărțitoare. Fundații cu descărcări pe reazeme izolate. Fundații bloc și cuzinet. Calculul fundațiilor rigide. Dimensionarea fundațiilor sub pereți. Dimensionarea fundațiilor sub stâlpi. Fundații sub pereți. Fundații sub stâlpi. Limita de aplicabilitate	
14.3.FUNDAȚII ELASTICE	204
Fundații continue sub ziduri. Fundații izolate sub stâlpi. Calculul fundațiilor elastice Fundații elastice izolate centrice. Fundații elastice izolate excentrice. Fundații continue sub siruri de stâlpi. Fundații din grinzi continue încrucișate.	

Fundatii radier. Radiere de rezistență. Fundatii din elemente prefabricate.

Capitolul 15. HIDROIZOLAȚII LA FUNDAȚII ȘI SUBSOLURI	215
FOUNDATION AND BASEMENT INSULATION	
15.1.GENERALITĂȚI.....	215
Apa, subsolurile și fundațiile. Clasificarea hidroizolațiilor.	
15.2.ALCĂȚUIRE CONSTRUCTIVĂ.....	217
Materiale pentru hidroizolații elastice. Materiale pentru hidroizolații rigide.	
Executia hidroizolațiilor. Pregătirea stratului suport. Executia amorsajului.	
Hidroizolații aplicate prin vopsire. Hidroizolații orizontale și verticale din straturi multiple.	
Hidroizolații rigide.	
15.3.HIDROIZOLAȚII CONTRA UMIDITĂȚII PĂMANTULUI.....	221
Hidroizolații orizontale la pereți. Hidroizolații verticale la pereți. Hidroizolația pardoselii.	
15.4.HIDROIZOLAȚII CONTRA APELOR DIN PĂMANT FĂRĂ PRESIUNE HIDROSTATICĂ.....	223
15.5.HIDROIZOLAȚII CONTRA APELOR DIN PĂMANT CU PRESIUNE HIDROSTATICĂ.....	223
15.6.HIDROIZOLAȚII LA CLĂDIRI EXISTENTE.....	226
15.7.LUCRĂRI DE DRENAJ.....	228
Capitolul 16. PEREȚI DIN ZIDĂRIE	229
MASONRY WALLS	
16.1.GENERALITĂȚI.....	229
Clasificare pereți. Exigențe la pereți.	
16.2.PEREȚI DIN ZIDĂRIE DE PIATRĂ.....	231
Particularități. Reguli constructive. Zidărie din piatră brută cu mortar.	
Zidărie din piatră cioplită. Zidărie din piatră de talie	
16.3.PEREȚI DIN ZIDĂRIE DE CĂRĂMIDĂ.....	234
Fabricarea cărămizilor. Caracteristicile cărămizilor. Tipuri de cărămizi. Mortar de legătură.	
Țeserea zidărilor. Zidărie cu cărămizi găurite. Zidărie cu goluri.	
16.4.PEREȚI DIN ZIDĂRIE ARMATĂ.....	240
Zidărie cu armare transversală. Zidărie cu armare longitudinală.	
16.5.PEREȚI DIN ZIDĂRIE MIXTĂ.....	242
Zidărie mixtă din piatră și beton. Zidărie mixtă din cărămidă și beton.	
Zidărie mixtă din cărămidă și piatră. Zidărie mixtă din cărămidă, piatră și beton.	
16.6.IZOLAREA TERMICĂ A PEREȚILOR DE ZIDĂRIE.....	243
16.7.PEREȚI DIN BETON CELULAR AUTOCLAVIZAT (b.c.a)	245
16.8.CLĂDIRI CU PEREȚI STRUCTURALI DIN ZIDĂRIE.....	246
Pereți portanți din zidărie. Pereții din zidărie întărită cu stâlpișori din beton armat.	
16.9.ELEMENTE CONSTRUCTIVE LA ZIDĂRII.....	250
Centură. Stâlpișor din beton armat. Buiandrug. Soclu. Cornișă. Solbanc.	
16.10.ROSTURI DE DEFORMAȚIE.....	254
Rosturi de dilatație. Rosturi de tasare. Rosturi antiseismic.	
Etanșarea rosturilor de deformație.	
Capitolul 17. MECANICA ZIDĂRIILOR	257
MASONRY MECHANICS	
17.1.GENERALITĂȚI.....	257
Caracteristicile mecanice și de deformare.	
17.2.CALCULUL SECȚIUNILOR DE ZIDĂRIE SIMPLĂ.....	261
Calculul la compresiune centrică. Determinarea coeficientului de flambaj.	
Calculul la compresiune excentrică. Calculul la compresiune locală (strivire).	
Plăcile de rezemare din beton armat. Calculul la întindere. Calculul la forfecare.	
17.3.CALCULUL ZIDĂRIEI ARMATE.....	272
Calculul la compresiune centrică și excentrică.	

Elementele de zidărie armate transversal comprimate centric	
Calculul secțiunilor din zidărie armată transversal la compresiune cu excentricitate mică.	
17.4.CALCULUL ZIDĂRIEI MIXTE.....	273
Calculul la compresiune centrică și excentrică.	
Calculul secțiunilor de zidărie mixtă la compresiune centrică.	
Pereții din zidărie mixtă, solicitați la compresiune cu excentricitate mică.	
Secțiunile din zidărie mixtă la compresiune cu excentricitate mare.	
17.5.CALCULUL STRUCTURILOR DIN ZIDĂRIE LA ÎNCĂRCĂRI VERTICALE ȘI ORIZONTALE...	275
Calculul la capacitatea de rezistență la compresiune excentrică a zidăriei simple.	
Calculul la capacitatea portantă la compresiune excentrică	
a zidăriei întărită cu stâlpișori din beton armat.	
Capitolul 18. PEREȚI DIN BETON ARMAT	281
REINFORCED CONCRETE WALLS	
18.I.PEREȚI DIN BETON ARMAT MONOLIT	281
18.I.1.GENERALITĂȚI.....	281
Avantaje. Tipuri de structuri. Structura de tip fagure. Structura tip celular.	
18.I.2.ALCĂTUIRE CONSTRUCTIVĂ.....	282
Pereți exteriori. Pereți interiori. Armarea pereților.	
18.I.3.TEHNOLOGIE DE EXECUȚIE.....	286
Cofraje de inventar. Cofraje metalice plane și spațiale.	
Execuția planșeelor la structuri cu diafragme.	
18.I.4.ELEMENTE GENERALE DE CALCUL.....	290
18.II.PEREȚI DIN BETON ARMAT PREFABRICAT	295
18.II.1.GENERALITĂȚI.....	295
Pereți din panouri mari. Alcătuirea panourilor.	
18.II.2.ÎMBINAREA PANOURILOR.....	298
Îmbinarea de rezistență. Reducerea punților termice. Etanșarea rosturilor.	
18.II.3.ELEMENTE GENERALE DE CALCUL.....	307
Îmbinare pe contur. Îmbinarea la colțuri.	
Capitolul 19. PEREȚI INTERIORI DE COMPARTIMENTARE	310
PARTITION INNER WALLS	
19.1.GENERALITĂȚI.....	310
19.2.EXIGENȚE.....	310
Comportarea la șoc. Legăturile cu structura de rezistență. Siguranța la foc.	
Etanșeitatea pereților interiori. Etanșeitatea la apă. Etanșeitatea la aer.	
Capacitatea de izolare termică. Capacitatea de izolare la zgomot aerian.	
19.3.PEREȚI DIN AZBOCIMENT.....	314
19.4.PEREȚI DE COMPARTIMENTARE DIN STICLĂ.....	316
19.5.PEREȚI DIN LEMN.....	316
19.6.PEREȚI DIN MASE PLASTICE.....	320
19.7.PEREȚI DIN SCHELET ȘI PLĂCI DIN IPSOS ARMAT.....	321
Capitolul 20. PEREȚI EXTERIORI TIP CORTINĂ	325
SUSPENDED EXTERNAL WALLS	
20.1.GENERALITĂȚI.....	325
Alcătuire constructivă.	
20.2.COMPORTARE LA ACȚIUNI EXTERIOARE.....	327
20.3.ETANȘEITATEA.....	329
20.4.COMPORTAREA HIGROTERMICĂ.....	331
20.5.IZOLAȚIA ACUSTICĂ.....	331
20.6.REZISTENȚA LA FOC.....	332

20.7.MONTAJUL PEREȚILOR CORTINĂ.....	332
Caracteristicile principale	
Capitolul 21. ELEMENTE SPAȚIALE.....	334
SPACE ELEMENTS	
21.1.GENERALITĂȚI.....	334
Avantajele elementelor spațiale. Rosturile elementelor spațiale.	
21.2.CONCEPȚIA CLĂDIRILOR DIN ELEMENTE SPAȚIALE.....	336
Tipuri de elemente spațiale.	
Capitolul 22. PLANȘEE	341
FLOORS	
22.1.GENERALITĂȚI.....	341
Alcătuirea generală a planșeului. Pardoseala. Tavanul.	
Structura de rezistență. Exigențele planșeului.	
22.2.PLANȘEE DIN LEMN.....	343
Alcătuire constructivă . Grinzi din lemn.	
22.3.PLANȘEE METALICE.....	345
Motivația utilizării. Alcătuirea planșeelor metalice. Grinzile metalice portante.	
Elemente de umplutură. Planșee din profile cu pereți subțiri.	
22.4.PLANȘEE CERAMICE.....	348
Caracteristicile planșeelor ceramice . Corpurile ceramice. Tipuri de planșee ceramice:	
Planșee cu corpuri ceramice alăturate și nervuri dese betonate.	
Planșee cu grinzi ceramice și corpuri de umplutură ceramice.	
Planșee cu grinzi din beton armat și corpuri ceramice așezate intermediar	
Planșee cu scânduri ceramice pretensionate și corpuri ceramice.	
22.5.PLANȘEE DIN BETON ARMAT PREFABRICAT.....	352
Planșee tip fâșie. Tipuri de planșee fâșie. Planșee tip cheson. Caracteristici.	
Planșee tip fâșii cu goluri. Principii de calcul. Planșee din elemente din beton precomprimat.	
Planșee din fâșii din corpuri ceramice alăturate. Planșee prefabricate din panouri mari.	
Planșee din fâșii din corpuri ceramice alăturate.	
Planșee prefabricate din panouri mari. Alcătuire constructivă. Principii de calcul.	
Planșee cu pedală prefabricată din beton armat.	
22.6.PLANȘEE DIN BETON ARMAT MONOLIT.....	361
Planșee cu grinzi principale și secundare. Placa planșeului. Placă armată după o direcție.	
Placă armată după două direcții. Grinzile planșeului. Planșee - rețele de grinzi (casetate).	
Planșee tip ciuperci. Elemente constructive. Capitolul. Planșee - dală.	
Capitolul 23.SCĂRI.....	370
STAIRS	
23.1.GENERALITĂȚI.....	370
Clasificare. Casa scării.	
23.2.ELEMENTE COMPONENTE.....	371
Treaptă. Contratreaptă. Rampa. Grindă de vang. Podest. Balustradă. Mână curentă.	
23.3.DIMENSIONARE FUNCȚIONALĂ.....	373
23.4.SCĂRI EXTERIOARE LA CLĂDIRI.....	376
Scări de piatră. Scări din beton.	
23.5.SCĂRI INTERIOARE DIN LEMN.....	376
23.6.SCĂRI INTERIOARE DIN METAL.....	377
23.7.SCĂRI INTERIOARE DIN BETON ARMAT.....	378
Scări din beton armat monolit. Rezemarea longitudinală a rampei.	
Rezemarea transversală a rampei. Trepte. Scări cu placă treaptă-contratreaptă.	
Scări din beton armat prefabricat. Finisarea scărilor din beton armat.	

23.8.ELEMENTE GENERALE DE CALCUL.....	382
Capitolul 24. ACOPERIȘURI	385
ROOFS	
24.1.GENERALITĂȚI.....	385
24.2.ACOPERIȘURI CU SUPRAFEȚE PLANE ÎNCLINATE	386
Șarpante din lemn. Șarpante cu căpriori. Șarpante pe scaune.	
Șarpante cu macaz.Încheierea șarpantelor. Principii de calcul ale șarpantelor.	
Verificare de rezistență. Așterială. Căpriori. Pane. Popi. Verificare la rigiditate.	
Grinzi cu zăbrele din lemn. Alcătuire constructivă. Calculul grinzilor cu zăbrele.	
Grinda triunghiulară mixtă. Calculul eforturilor.	
24.3.ÎNVELITORI PENTRU ACOPERIȘURI CU SUPRAFEȚE PLANE ÎNCLINATE.....	400
Învelitori ceramice. Învelitori din azbociment. Învelitori din tablă. Învelitori bitumate.	
Accesorii ale învelitorilor. Jgheaburi. Burlane Reabilitarea termică a acoperișurilor cu pod.	
24.4.ACOPERIȘURI TIP TERASĂ.....	411
Comportarea higrotermică a acoperișurilor duble.	
Acoperișuri calde tip terasă. Elemente componente, materiale. Planșeul. Strat de egalizare.	
Barieră de vaporii. Strat de difuzie. Strat termiozolant. Protecția termoizolației.	
Betonul de pantă. Suportul hidroizolației. Hidroizolație. Protecția hidroizolației.	
Alcătuire constructivă și tehnologie de execuție. Hidroizolația. Termoizolația.	
Strat de difuzie. Bariera contra vaporilor. Condiții de execuție. Racordarea învelitorii	
BIBLIOGRAFIE	425

Capitolul

1

INTRODUCERE

Concepția construcțiilor civile trebuie să asigure, în principal, calitatea vieții și activității oamenilor.

Calitatea concepției construcțiilor civile este exprimată pe baza cerințelor și criteriilor de performanță ce trebuie respectate pentru a satisface exigențele celor ce utilizează clădirile.

Aastă calitate este materializată printr-o funcționalitate adecvată, tehnologie de execuție simplă, cu costuri minime și o eficiență economică ridicată în exploatare.

Siguranța și rezistența structurilor clădirilor civile va fi asigurată printr-o concepție clară, determinată de principalii factori ce o influențează - încărcări, funcțiune, condiții naturale de amplasament (în special de natura terenului de fundare, dar și de mediul înconjurător natural sau construit) și de aspectele de eficiență economică.

Prezenta lucrare oferă cunoștințele și datele necesare realizării unui mod de

gândire eficace privind concepția, alcătuirea constructivă și calculul principalele elementelor ale construcțiilor civile.

Lucrarea e susținută de un bogat material grafic. Prezentarea grafică, prin viziune didactică și inginerescă, oferă lucrării expresivitate în abordarea concepției clădirilor civile.

Datorită ariei largi și caracterului complex al tematicii, lucrarea este structurată în 24 de capitole.

În prima parte sunt dezvoltate caracteristicile produsului clădire, precum și unele probleme actuale ale construcțiilor civile: economia de energie și creativitatea în construcții.

Micșorarea consumului de energie în exploatarea clădirilor, prin izolarea termică suplimentară, va conduce la o economie substanțială de combustibil utilizat la încălzirea clădirilor în exploatare și o atenuare a poluării mediului.

Utilizarea creativității de grup, în construcții (inginer-proiectant, executant, arhitect, inginer-instalator, utilizator, proprietar) poate genera idei noi la concepția clădirilor, care să satisfacă o arie cât mai mare de exigențe.

În continuarea lucrării este prezentată clasificarea construcțiilor, în vederea realizării unei bune documentări cu ajutorul băncilor de date și bibliotecilor. O clasificare generală împarte construcțiile în clădiri și construcții ingineresti.

În vederea extrapolării unor idei remarcabile se tratează modul de gândire în evoluția construcțiilor. În acest capitol s-au prezentat și comentat o serie de sisteme de concepție și execuție a unor importante edificii din istoria construcțiilor.

Tratarea unor probleme generale de teoria și tehnica construcțiilor, cum sunt coordonarea modulară, toleranțe și abateri în construcții oferă date importante privind concepția clădirilor din elemente prefabricate.

Asigurarea calității clădirilor constă în satisfacerea, pe durata de exploatare a acestora, a cerințelor utilizatorilor. În acest scop, sunt analizate exigențele de calitate referitoare la: stabilitate și rezistență, siguranță la foc, higrotermică, acustică, igienă și eficiență economică.

În partea de fizica construcțiilor s-a urmărit aprofundarea problemelor de higrotermică, izolare acustică și iluminatul natural al clădirilor. Higrotermica clădirilor tratează izolarea

termică și combaterea umezirii din condens la construcții. Într-o formă concisă se prezintă fenomenele de transfer de căldură și de vapori prin elementele de construcție și influența acestora asupra concepției și alcătuirii elementelor anvelopei.

Izolarea acustică a clădirilor prezintă elemente generale ale sunetului ca fenomen fizic și fiziologic. Se analizează principalele aspecte privind izolarea acustică a clădirilor la zgomot aerian și de impact.

În scopul realizării exigențelor vizuale, capitolul despre iluminatul natural al clădirilor prezintă conceptul de confort luminos și calculul iluminatului interior natural.

Pentru concepția și calculul construcțiilor civile, în capitolele acțiuni și noțiuni de calcul în construcții sunt prezentate încărcările ce acționează asupra clădirilor, dar și factorii ce condiționează siguranța acestora și metodele de calcul pentru asigurarea exigenței de stabilitate și rezistență.

În continuarea lucrării se prezintă principalele elemente de construcție, din clădirile civile, sub aspectul exigențelor specifice alcătuirii curente, a tehnologiei de execuție, a elementelor de calcul și a eficienței economice. Prezentarea a fost realizată în ordinea execuției, de la fundații la acoperiș.

Prima parte descrie infrastructura construcțiilor civile, prin tratarea fundațiilor de suprafață și hidroizolațiilor la fundații și subsoluri.

Suprastructura clădirii începe cu prezentarea și analiza pereților din zidărie, concepuți din materiale și alcătuiți constructiv diferite, pentru mărirea capacității portante a acestora, în vederea micșorării factorului de risc și satisfacerii exigenței de siguranță și rezistență.

În capitolul mecanica zidărilor se prezintă calculul structurilor din pereți portanți din zidărie, ținând seama de progresele realizate în domeniul mecanicii construcțiilor.

Pentru o abordare mai largă a structurilor din pereți portanți se prezintă și se analizează diafragmele din beton armat monolit și pereții din beton armat prefabricat (panouri mari).

În vederea unei prezentări complexe a pereților ca elemente de compartimentare interioară (din diverse materiale și soluții multiple) și ca elemente de închidere (anvelopă), sunt tratate prin prisma satisfacerii principalelor exigențe ale utilizatorilor.

În capitolul elemente spațiale se prezintă avantajele, tipurile și concepția clădirilor alcătuite din aceste elemente moderne.

Capitolul planșee începe prin prezentarea generală a acestui element structural de construcție, continuând cu

descrierea și implicațiile asupra concepției și domeniilor de folosire a planșeelor din diverse materiale: lemn, metal, beton armat prefabricat și monolit, încheindu-se cu elemente generale de calcul.

În continuare, în capitolul scări, se prezintă proiectarea și exigențele casei scării, elementele componente ale scărilor și dimensionarea funcțională a acestora. Se continuă cu descrierea modului de concepție a scărilor din lemn, metal și beton armat. Pentru asigurarea exigenței de stabilitate și rezistență a scărilor se tratează elementele generale de calcul a acestora.

Ultimul capitol cuprinde prezentarea concepției acoperișurilor cu suprafețe plane înclinate, prin tratarea structurii de rezistență (șarpante din lemn, grinzi cu zăbrele din lemn - alcătuire constructivă și calcul) și a învelitorilor din diverse materiale. Se continuă cu prezentarea acoperișurilor tip terasă prin descrierea alcătuirii constructive, comportării higrotermice și tehnologiei de execuție.

Cartea este utilă atât inginerilor constructori, în activitatea de concepție, execuție, exploatare, precum și studenților de la facultățile de construcții și arhitectură.

PRODUSUL CLĂDIRE

Știința construcțiilor aparține domeniului științelor tehnice și are ca obiectiv studiul construcțiilor (materiale, tehnologii, metode de calcul), proiectarea clădirilor (alcătuirea constructivă, calculul structurilor de rezistență și a elementelor neportante, calculul economic), execuția construcțiilor cât și urmărirea în exploatare a acestora.

2.1. CLĂDIRE - ADĂPOST

Clădirile fac parte din necesitățile importante ale omului, alături de hrană și îmbrăcăminte (fig. 2.1).

Clădirile sunt obiecte destinate adăpostirii oamenilor, animalelor, instalațiilor tehnologice, depozitării materialelor sau asigurării desfășurării unor activități umane, culturale, de transport, producere de energie. Clădirile, în care oamenii își petrec aproape toată viața, sunt destinate

muncii (clădiri administrative, industriale), odihnei pasive (clădiri de locuit, hoteluri, cămine) sau odihnei active, în care se desfășoară activități cultural-sportive (teatre, cinematografe, săli polivalente).

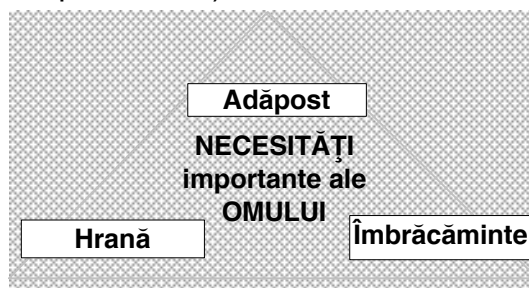


Fig. 2.1 Necesitățile importante ale omului. Clădire - adăpost.

Clădirea delimitează un anumit spațiu prevăzut suplimentar cu instalații, cu scopul de a crea condiții necesare realizării funcțiunilor pentru care a fost concepută. Gama variată a instalațiilor va favoriza satisfacerea cerințelor utilizatorilor clădirii.

Instalațiile în clădiri sunt de: distribuție și evacuare a apei, încălzire și ventilație, distribuție gaze, electrice, telecomunicații, transport mecanic, electromecanic, transport pneumatic, prin gravitație și de protecție. (fig. 2.2)

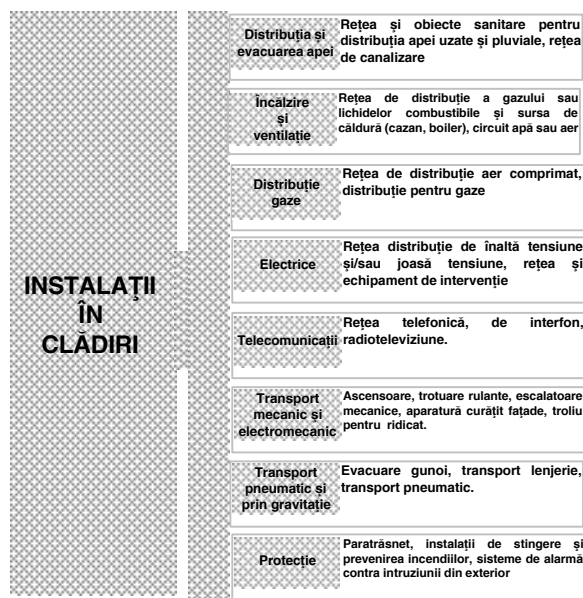


Fig. 2.2 Instalațiile cuprinse în clădiri

2.2. CARACTERISTICILE PRODUSULUI CLĂDIRE

Caracteristicile produsului clădire sunt prezentate în figura 2.3.

Clădirea este un produs scump, datorită faptului că transportă și manipulează o cantitate mare de materiale și elemente de construcții cu forme și dimensiuni diferite.

La prețul ridicat al clădirilor participă și energia înglobată în materiale, (energointensive), în tehnologia de execuție. O cantitate apreciabilă de energie este consumată în timpul exploatării prin arderea combustibilului

necesar încălzirii clădirilor în anotimpurile reci. Aceasta se va micșora prin izolarea termică suplimentară a clădirii.

Clădirile trebuie concepute astfel încât să răspundă într-o proporție cât mai mare la o gamă largă de exigențe.

În vederea micșorării costului de investiție al clădirii, cu acordul beneficiarului, și fără a afecta cerințele principale a clădirii se pot concepe o serie de elemente de construcții cu un preț mai scăzut, care pot fi înlocuite în timpul exploatării clădirii.

Concepția economică a produsului clădire este o lege a progresului, impusă de necesitatea reducerii continue a efortului uman dar și a creșterii eficacității rezultatelor acestui efort. Risipa în concepția clădirilor poate rezulta din orgoliu, lipsă de cultură sau simț al măsurii.

Eficiența economică a unei clădiri trebuie privită în ansamblul realizării ei, ceea ce înglobează concepția, execuția și exploatarea.

Produsul clădire trebuie să fie durabil, deci să-și păstreze caracteristicile pe toată durata de exploatare, la acțiunile distructive și agresive ale mediului. De exemplu, asupra elementelor de construcție acționează căldura datorată razelor solare (variații bruște sau repetate ale temperaturii), manifestându-se prin dilatarea sau contracția termică a acestor elemente.

Acțiunea chimică din mediul înconjurător (poluare, umiditate) se manifestă de la simpla degradare

superficială, până la atacul în profunzime (coroziune). Aceasta conduce la degradarea și distrugerea unor elemente de construcție. Acțiunea depinde de natura materialelor dar și de caracteristicile și condițiile în care se desfășoară acțiunile agresive (poluarea).

Descărcările electrice ale trăsnetului asupra clădirilor pot produce crăpături sau aprinderea elementelor din lemn. În cazul elementelor din beton se produc exfolieri la suprafața acestora (coșuri de fum, piloni fără instalații protectoare).

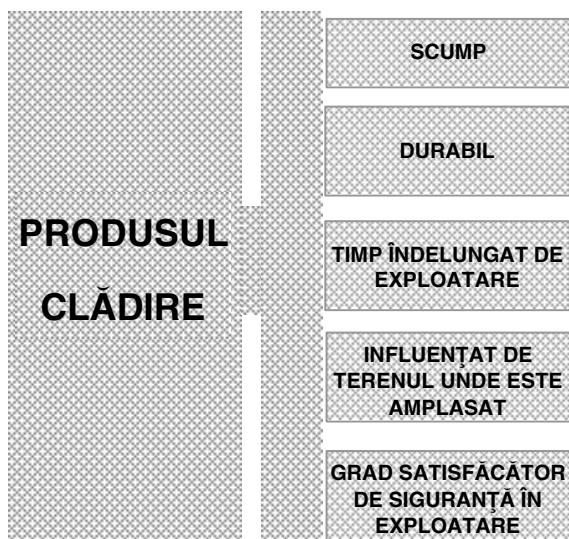


Fig. 2.3 Schema caracteristicilor produsului clădire

Acțiunile mecanice repetate pot cauza unor fenomene de uzură sau oboseală, la eforturi mai mici decât sarcina critică de rupere, care conduc la distrugeri din cauza oboselii.

Asupra elementelor din lemn mai operează acțiunea biologică (bacterii,

ciuperci), acțiune ce depinde de natura lemnului, de natura agentului biologic, de umiditate dar și de temperatură. Durabilitatea lemnului este scăzută în spații cu aer închis, umede (subsoluri, tuneluri).

Piatra naturală este un material de construcție asupra căreia a fost testată, de-a lungul secolelor, acțiunea distructivă și agresivă a mediului exterior. Umiditatea din terenul de fundare acționează mai agresiv asupra pietrelor cu porozitate deschisă. La degradarea pietrei mai acționează agenții chimici din atmosfera poluată (bioxid de sulf sau bioxid de carbon) care în prezența apei acționează sub formă de acizi.

Agenții agresivi din atmosferă produc coroziunea elementelor metalice, reducând secțiunea, micșorând astfel capacitatea portantă.

Timpul îndelungat de exploatare a clădirii este influențat de concepția, execuția și calitatea materialelor. Timpul de exploatare a clădirilor variază între 50-100 ani. În perioada de exploatare a unei clădiri, acțiunea seismică de intensitate peste gradul 7 în scara Richter, poate surveni o dată sau chiar de mai multe ori. Cutremurele pot produce avarii importante sau chiar prăbușirea clădirilor.

Natura terenului de fundație, de pe amplasamentul clădirii, influențează concepția infrastructurii (fundații de mică adâncime sau de adâncime) ce poate

conduce la costuri suplimentare de investiție.

Îmbunătățirea terenului de fundare, de exemplu, la terenurile sensibile la înmuiere, conduce la investiții suplimentare.

Adâncimile mari de umplutură sau cota ridicată a apei subterane de pe amplasamentul clădirii vor influența concepția infrastructurii clădirii și costurile inițiale ale acesteia.

În aceste cazuri este necesar, după analiza studiului geotehnic, o abordare rațională și eficientă a sistemului de fundare.

În vederea realizării unui grad satisfăcător de siguranță în exploatare, clădirea este concepută astfel încât capacitatea portantă a elementelor structurale să fie mai mare ca încărcările ce o acționează.

2.3. ELEMENTELE PRINCIPALE ALE CLĂDIRII

Clădirile sunt compuse din:

- structura de rezistență (fundații, stâlpi și grinzi sau pereți portanți, planșee, scări, acoperiș);
- elemente de compartimentare sau

închidere, orizontale sau verticale (pereți neportanți, tavane cu diverse funcțiuni, tâmplărie);

- elemente de finisaj (tencuieli, placaje, pardoseli);

Elementele componente ale clădirii au rol de a satisface exigențele utilizatorilor.

Structura de rezistență asigură preluarea și transmiterea eforturilor produse de încărcările ce acționează asupra clădirii, spre infrastructura acesteia și în final la terenul de fundare.

Elementele de compartimentare interioară verticale și orizontale au rolul de a asigura o izolare acustică satisfăcătoare și o bună rezistență la foc, având în același timp un aspect estetic adecvat.

Elementele de închidere neportante sau portante de la exteriorul clădirii vor asigura o rezistență termică ridicată, pentru realizarea exigenței de confort dar și a economiei de energie în exploatare, materializată prin combustibilul consumat pentru încălzire.

Finisajele au rol estetic și de protecție a elementelor structurale sau nestructurale la lovituri mecanice, la foc, etc.

PROBLEME ACTUALE ALE CONSTRUCȚIILOR

3.1 ECONOMIA DE ENERGIE

Energia în construcții. Importanța energiei, ca trăsătură de bază a societății, a fost scoasă în evidență de embargoul petrolului din 1973. Acesta a prilejuit declanșarea unei crize energetice mondiale, moment esențial pentru căutarea metodelor de economisire a energiei. În contextul general de economisire a consumului de energie, și în domeniul construcțiilor au apărut studii cu privire la consumul de energie, metode de reducere și economisire a energiei.

Energia este mărimea ce caracterizează posibilitatea sistemelor de a efectua un lucru mecanic.

Energia primară este obținută prin utilizarea combustibililor clasici (cărbune, petrol, gaz metan) și a

combustibililor noi (energie nucleară, solară, eoliană, hidrolică), pentru producerea formelor de energie necesară consumatorilor.

Energia secundară este dată de combustibilii prelucrați (cocs, gaz de iluminat), la care se adaugă și energia electrică.

Energia netă este cea ajunsă la consumatori, în urma pierderilor de la obținerea energiei secundare și de la distribuirea ei.

În sistemul internațional de unități, energia este măsurată în Joule (J). În mod uzual, se folosește ca unitate de măsură kilogramul (tona) de combustibil convențional. Acest combustibil fictiv are o putere calorică sub 7000 kcal/kg (kg.c.c sau t.c.c). Echivalența între energia exprimată în Joule și kilogramul

de combustibil convențional este data prin relația:

$J = 3,41 \cdot 10^{-8} \text{ kg.c.c (1kwh} = 1,22 \cdot 10^{-1} \text{ kg.c.c)}$.

Consumul de energie în construcții este aproximativ 40% din totalul de energie primară care, în rest, este consumată în industrie 40% și transporturi 20%.

Energia în construcții poate fi defalcată în consumul inițial de energie necesar realizării clădirilor, la care se adaugă consumul de energie din perioada de exploatare.

Consumul inițial de energie se compune din: energia utilizată în industria materialelor de construcții; energia unor materiale de construcții stabile (bitum lemn); energia necesară extragerii unor materiale (agregate); energia consumată pentru transportul materialelor și prefabricatelor; energia folosită în procesele tehnologice și cea consumată pentru realizarea clădirilor pe timp friguros. Exemple de consum de energie primară la materialele de construcții: pietriș - $9,2 \text{ kg.c.c/m}^3$; ciment - 225 kg.c.c/t ; ipsos - 96 kg.c.c/t ; bitum - 1750 kg.c.c/t ; beton - 90 kg.c.c/m^3 (monolit) și 165 kg.c.c/m^3 prefabricat; oțel beton - 1500 kg.c.c/t ; zidărie de cărămidă - $165 - 180 \text{ kg.c.c/m}^3$; zidărie b.c.a - $70 - 75 \text{ kg.c.c/m}^3$.

Consumul de energie primară în perioada de exploatare a locuințelor se compune din: încălzirea stațiilor din locuințe (65%); încălzirea apei (15%); iluminarea și aparatură casnică (15%); aparatura bucătăriei (5%).

Se observă că încălzirea spațiilor din locuințe reprezintă componenta cea mai importantă a consumului de energie din exploatare. S-a constatat că energia consumată în timpul exploatării unei clădiri este aproximativ 80% din energia totală.

Măsuri pentru reducerea consumului de energie în construcții. Micșorarea consumului de energie în construcții trebuie realizată în concordanță cu satisfacerea condițiilor de confort higrotermic.

Printre căile ce se impun, pentru reducerea energiei primare inițiale și cea de exploatare, se numără:

- restrângerea utilizării materialelor energo-intensive;
- dezvoltarea tehnologiilor de valorificare a resurselor energetice neconvenționale (energia solară, eoliană, geotermală);
- micșorarea pierderilor de căldură la clădiri (fig.3.1; fig.3.2);

La clădirile de locuit, pierderile de căldură pot fi micșorate prin:

- optimizarea suprafeței vitrate, știind că rezistența termică a peretelui opac este aproximativ de două ori mai mare decât a suprafeței vitrate;
- folosirea ferestrelor cu rezistență termică și etanșare îmbunătățită alcătuită dintr-un număr mărit de straturi de sticlă și garnituri de etanșare eficiente;
- micșorarea lungimii rosturilor, prin care se infiltrează un volum prea mare de aer;

Pierderi de căldură prin elemente de construcții și instalațiile unei clădiri

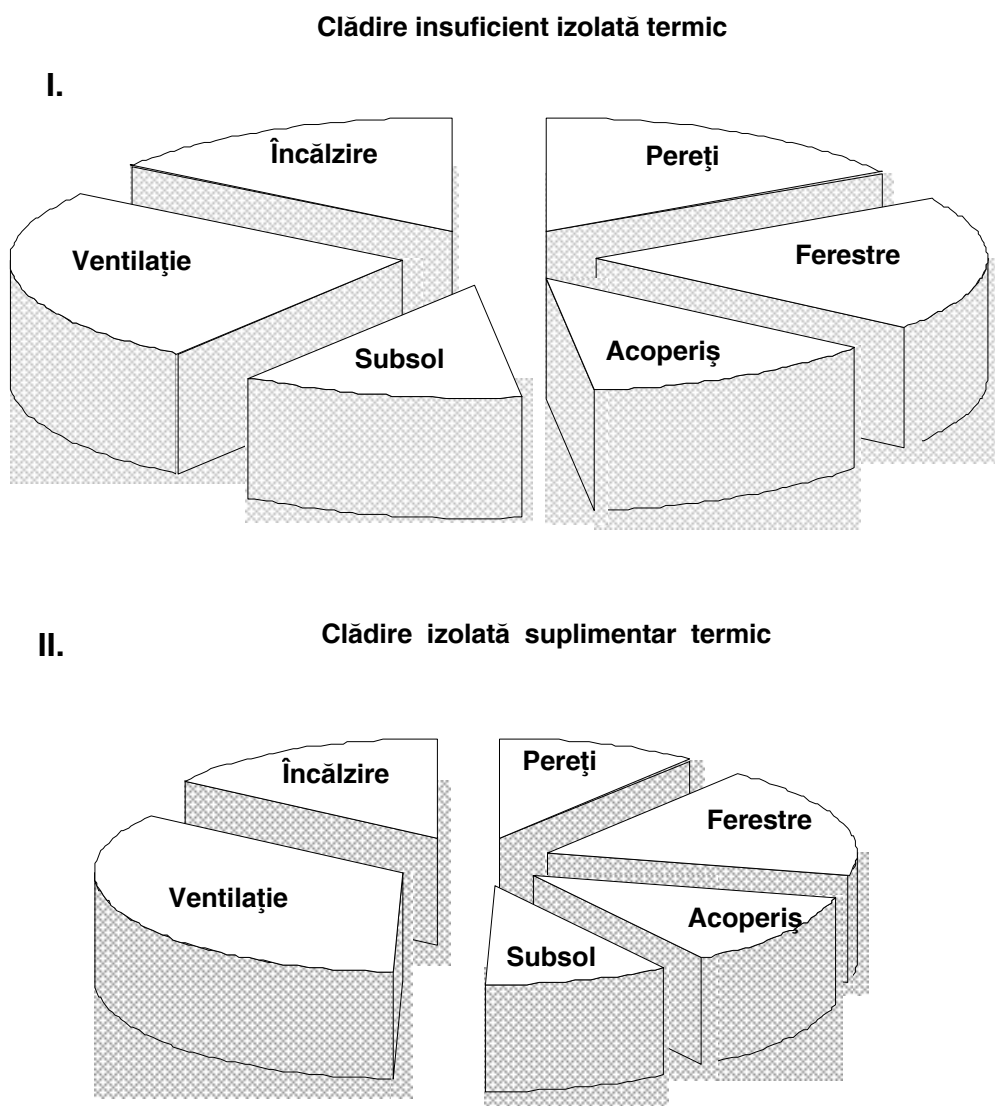
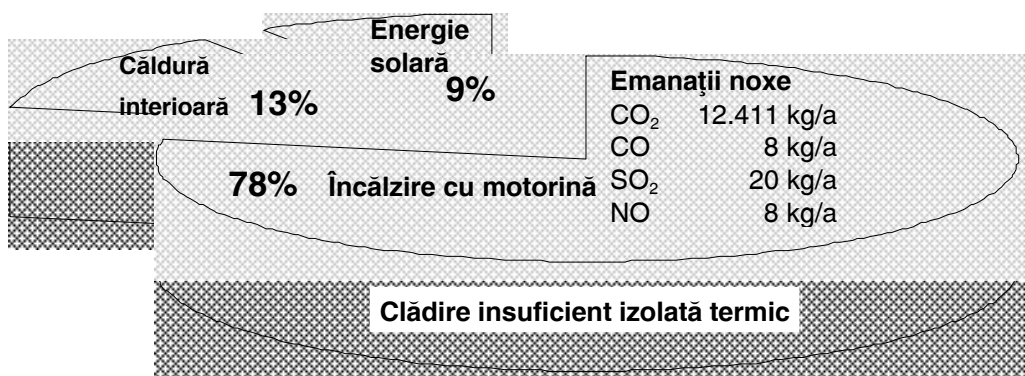


Fig. 3.1 Pierderile de căldură la o clădire prin elementele de construcții ale anvelopei și prin instalații. I. Clădire insuficient izolată termic. II. Clădire izolată suplimentar termic

Aportul de energie pentru încălzirea unei clădiri

I. Clădire insuficient izolată termic



II. Clădire izolată suplimentar termic

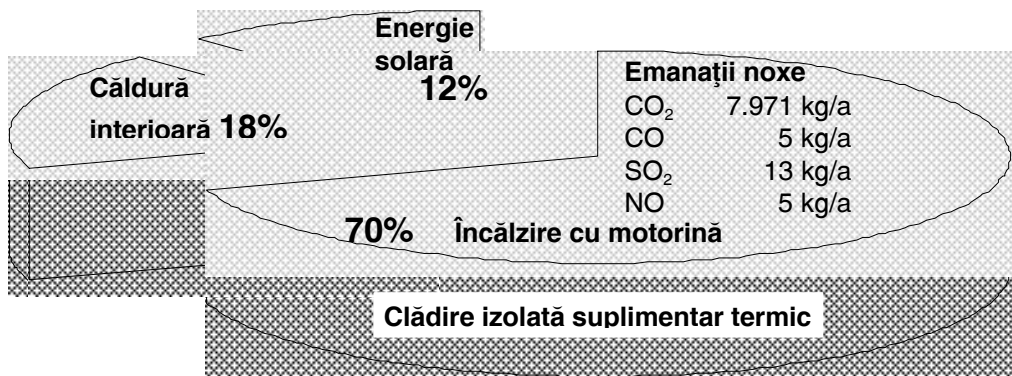


Fig. 3.2. Aportul de energie pentru încălzirea unei clădiri și emanațiile de noxe.
I. Clădire insuficient izolată termic. II. Clădire izolată suplimentar termic

- creșterea izolării termice a pereților exteriori și acoperișului (anvelopa clădirii);
- micșorarea lungimii punților termice în cadrul anvelopei clădirii.

Grosimea izolației termice, pozată la exterior, rezultă dintr-un calcul de amortizare a valorii acesteia, din micșorarea consumului de combustibil utilizat la încălzire în timpul exploatării clădirii.

Orientarea clădirilor va influența și ea confortul termic din clădire. De exemplu, ferestrele orientate spre sud vor acumula (în timpul verii) mai multă energie decât vor pierde în anotimpul rece. Orientarea spre nord a ferestrei conduce la pierderi de căldură chiar dacă se triplează foile de sticlă. În studiul pierderilor de căldură trebuie analizate forma și mărimea ferestrelor.

În vederea economisirii combustibilului utilizat la ardere pentru încălzirea clădirilor se vor lua următoarele măsuri:

- utilizarea centralelor cu randament mărit, cu un control riguros al funcționării, cu funcționare automată și posibilități de reglare a temperaturii în funcție de utilizarea spațiilor de locuit, izolarea conductelor;
- reglajul sistemului de încălzire: necesarul de căldură din interiorul încăperilor este direct proporțional cu diferența dintre temperatura aerului interior și exterior; pentru o schimbare a temperaturii aerului interior cu 1°C este necesar un spor de căldură de 5% din valoarea totală; în unele încăperi ale

clădirii, datorită orientării sau direcției vânturilor dominante reci, putem avea diferențe de temperatură de 4°C ... 8°C ;

- reducerea nivelului ventilației în exces datorită neetanșeității ușilor și ferestrelor ;

- consumul rațional de apă caldă;
- izolarea termică suplimentară (pozată la exteriorul clădirii) a anvelopei clădirii.

Economia de energie în construcții se poate realiza la concepția clădirilor noi prin izolare termică suplimentară dar și în cazul reabilitării termice a clădirilor existente.

În cazul reabilitării termice a clădirilor existente se va realiza un bilanț termic înainte și după izolarea suplimentară termică.

În fig. 3.1 se prezintă pierderile de căldură la o clădire prin elementele de construcție ale anvelopei și prin instalații de ventilație. Prezentarea este realizată înainte și după izolarea termică suplimentară. În cadrul anvelopei, la pereții exteriori (porțiunile opace și vitrate), pierderile se pot micșora cu 4%, iar la planșeul peste subsol cu 2%.

În cadrul ventilației naturale la clădirea izolată suplimentar termic, pierderile de căldură se modifică cu 11%.

În fig. 3.2 se prezintă aportul de energie pentru încălzirea unei clădiri (insuficient izolată și suplimentar izolată termic) și emanațiile de noxe din arderea combustibilului. În cazul clădirii izolate suplimentar termic se va realiza o creștere a căldurii interioare cu 5%, și a efectului energiei solare cu 3%, iar

consumul de combustibil va scădea cu 8%. Se constată o micșorare a cantității de emanații nocive (CO_2 , CO , SO_2 , NO) datorită micșorării cantității de combustibil ars.

Utilizarea gazului metan în locul cărbunelui conduce la o micșorare a emanațiilor de CO_2 la fiecare kWh de la simplu la dublu. În fig. 3.3 se prezintă poluarea cu emanații de CO_2 (în Kg/kWh) pentru diferiți combustibili utilizați pentru încălzire. Se observă că diferența poluării între cărbune și gaz metan este de la simplu la dublu, iar între cărbune și motorină, de 50%.

Izolarea termică a ferestrelor este necesară datorită ponderii semnificative a suprafeței acestora, raportată la suprafața totală a anvelopei. Utilizarea ca strat intermediar între foile de sticlă a aerului sau argonului, a numărului variabil de foi de sticlă și a diverselor

sisteme de etanșare conduce la o micșorare a coeficientului de conductibilitate termică cu 10 pînă la 90%. Micșorarea punților termice prin izolații termice suplimentare la anvelopă (acoperiș, pereți exteriori, planșeu peste subsol) va conduce la o mărire a rezistenței termice globale.

Alcătuirea rațională a detaliilor (nișele caloriferelor, cutia pentru rularea jaluzelelor) poate conduce la micșorarea punților termice. În fig. 3.4 se prezintă o secțiune transversală printr-o clădire insuficient izolată termic și una izolată suplimentar termic. Din această prezentare comparativă se observă micșorarea coeficientului de transmisie termică a căldurii cu 50%.

Pentru realizarea unei concepții eficiente de izolare termică suplimentară la o clădire de locuit se va evidenția un bilanț termic al pierderilor de căldură

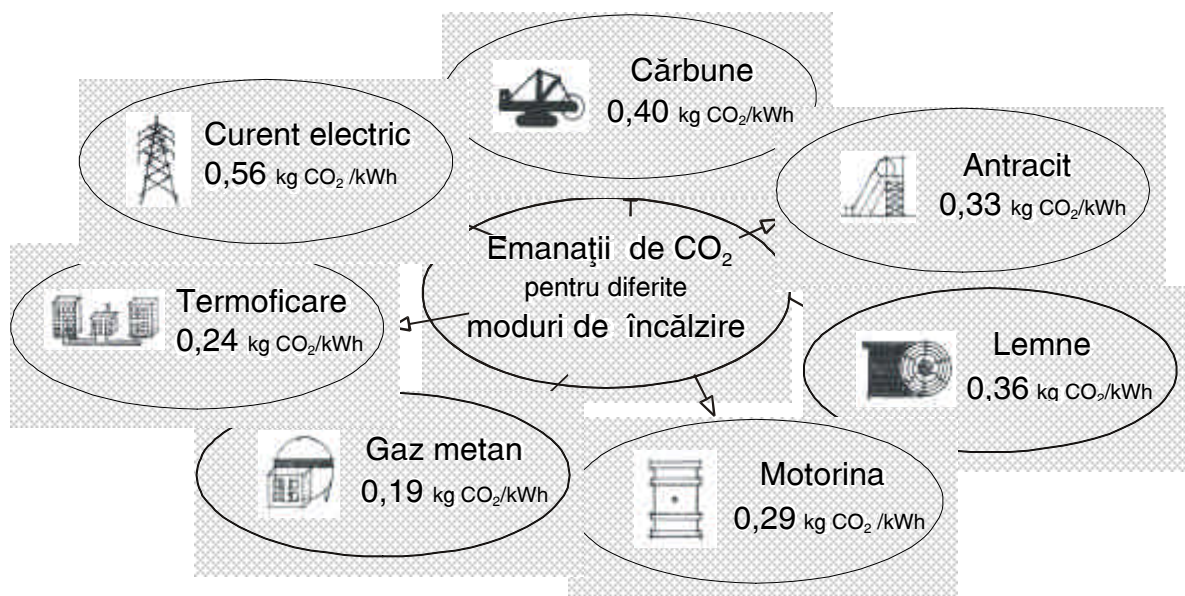
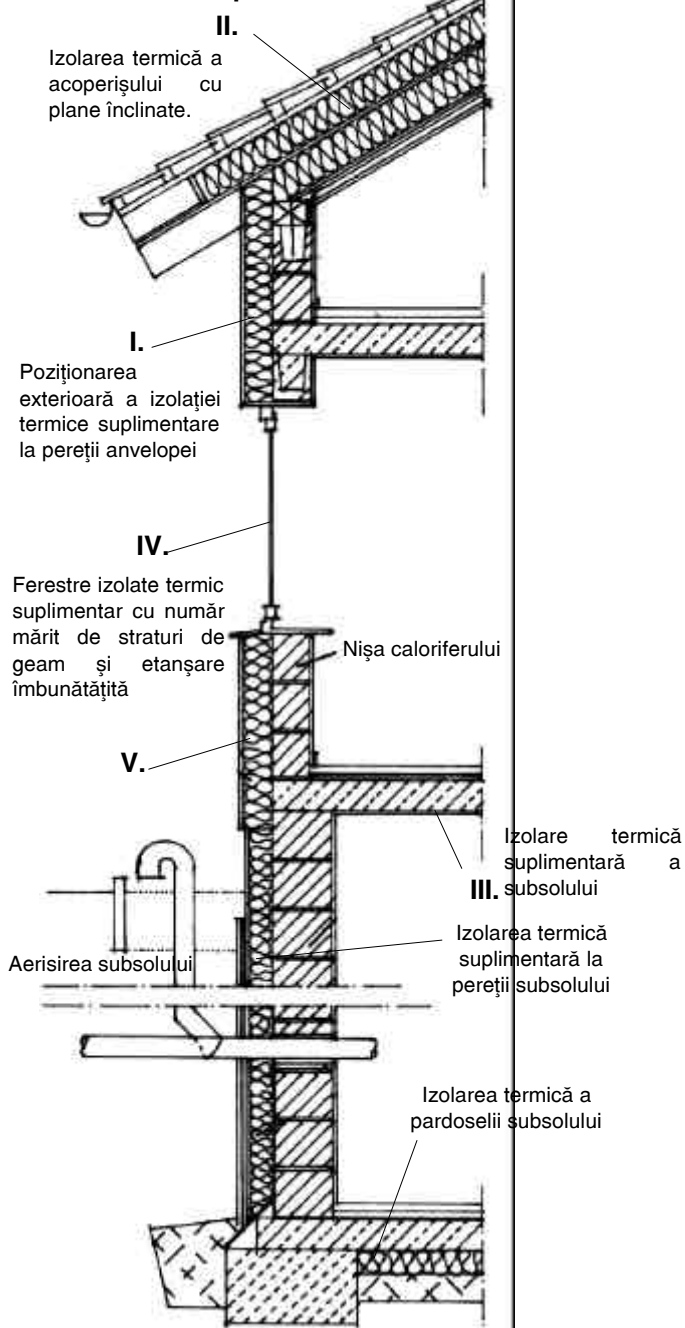


Fig. 3.3. Poluarea cu emanații de CO_2 (în Kg/kWh) pentru diferite combustibile utilizate pentru încălzire

Izolarea termică suplimentară la clădiri

Clădire izolată suplimentar termic



Clădire insuficient izolată termic

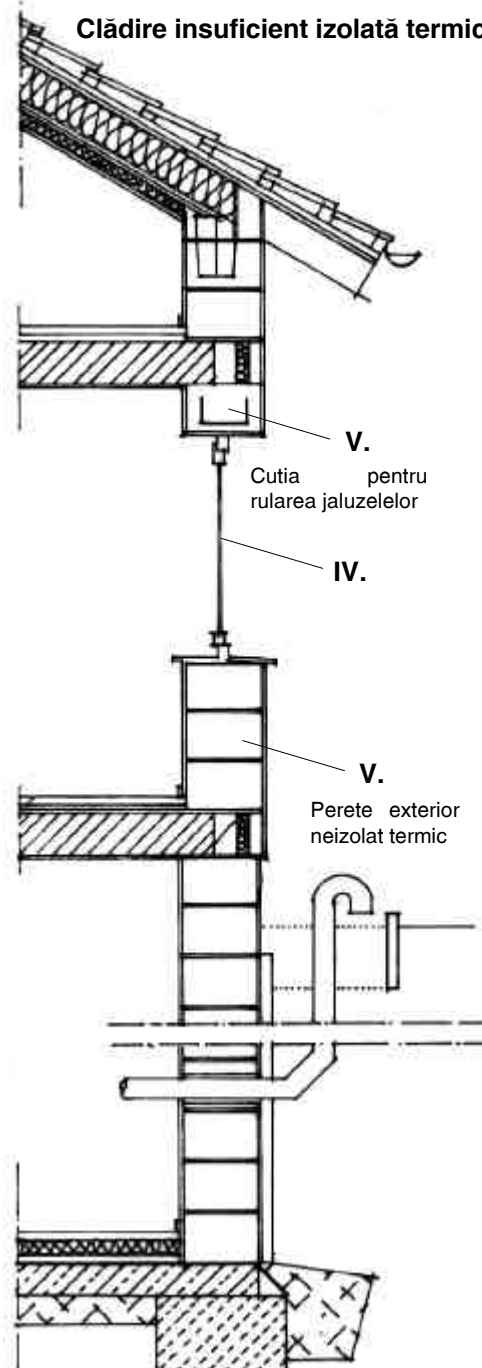
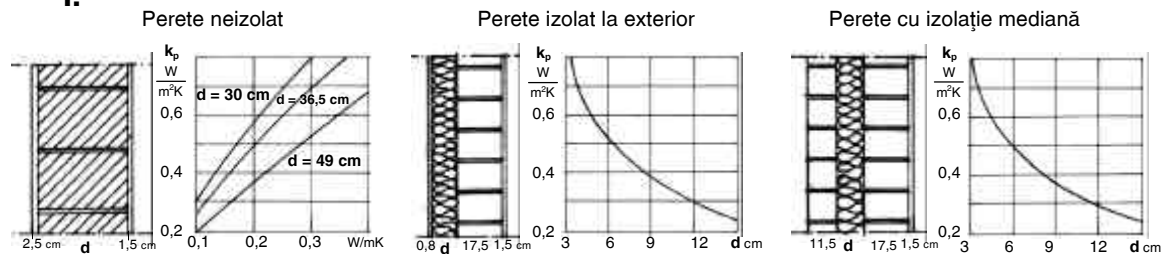


Fig. 3.4. Pozarea izolației termice suplimentare la clădiri

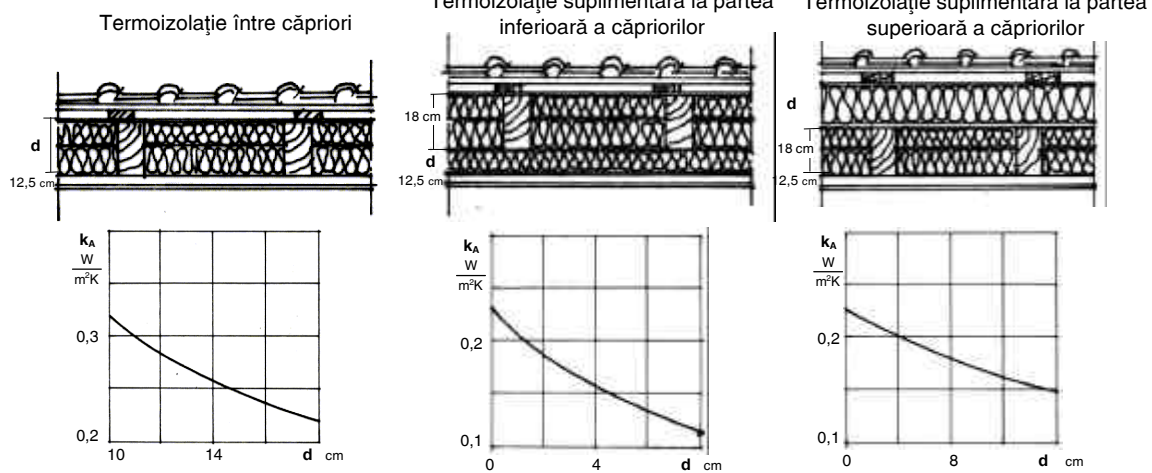
Izolarea termică suplimentară a clădirii

Perete exterior

I.



Acoperiș cu plane înclinate



III.

Planșeu peste subsol

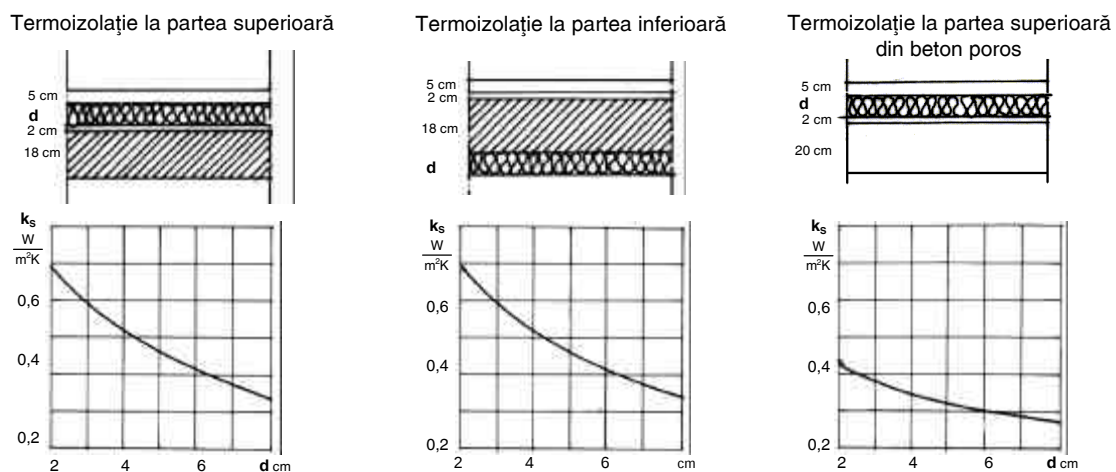
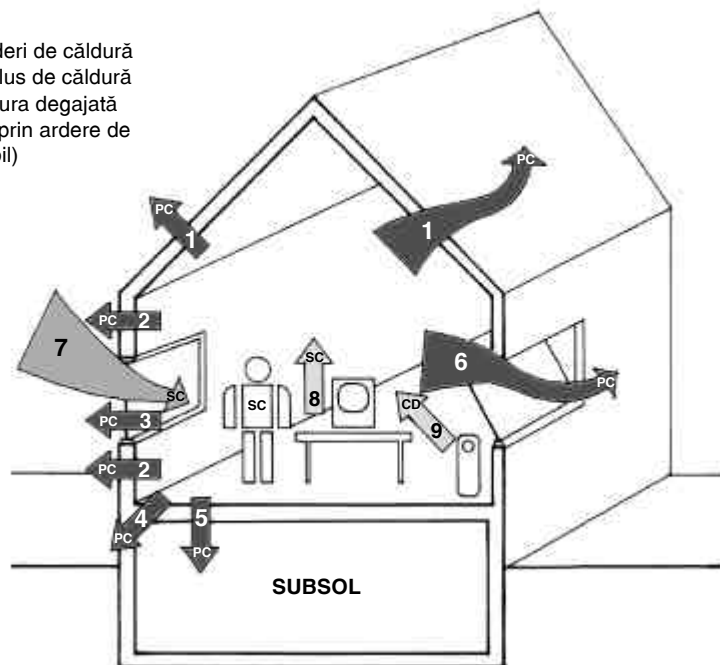


Fig. 3.5. Determinarea grosimii suplimentare de izolare termică (d) la: perete exterior (I.), acoperiș cu plane înclinate (II.) și planșeu peste subsol (III.). k_p , k_A și k_s - coeficienții de permeabilitate termică

Clădiri de locuit. Bilanț termic. Centrală de ventilație cu căldură reciclată

I. Bilanț termic pentru o clădire de locuit

PC - Pierderi de căldură
SC - Surplus de căldură
CD - Căldura degajată
(încălzire prin ardere de combustibil)



1. PC prin acoperiș
2. PC prin pereții exteriori
3. PC prin ferestre
4. PC prin planșeu subsol spre pământ
5. PC prin planșeu subsol
6. PC prin aerisire
7. SC prin radiații solare
8. SC de la oameni și aparate electrocasnice
9. CD de la calorifere

II. Principiul centralei de ventilație ce funcționează cu căldură reciclată

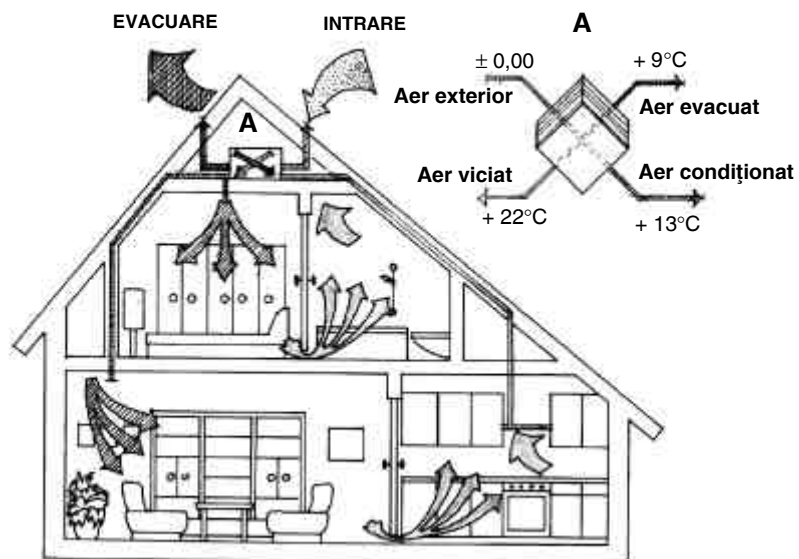


Fig. 3.7. Bilanț termic al unei clădiri de locuit (I.). Clădire de locuit cu centrală de ventilație ce funcționează cu căldură reciclată (II.)

prin anvelopă - fig.3.7, datorită reîmprospătării aerului și a surplusului de căldură datorită radiațiilor solare, a oamenilor și aparatelor electrocasnice și căldura degajată de radiatoare (prin arderea combustibililor). În fig.3.5 și fig.3.6 se prezintă graficele de variație a coeficientului de permeabilitate termică, în funcție de grosimea termoizolației la diverse soluții de izolație termică suplimentară. La aceste soluții variază și poziționarea termoizolației suplimentare la pereți exteriori, acoperiș cu plane înclinate, planșeu peste subsol.

În vederea economisirii energiei consumate pentru reîmprospătarea aerului se va studia oportunitatea utilizării centralei de ventilație ce funcționează cu căldură reciclată (fig.3.7).

3.2 CREATIVITATE ÎN CONSTRUCȚII

Activitatea mentală a creativității începe combinând și recombinaând experiența trecută pentru a forma aranjamente noi, care vor satisface o nevoie particulară de proiectare. Creativitatea e percepută de mulți a fi o fulgerare fără efort a sinelui. În fapt creativitatea cere pregătire extensivă.

Experții în creativitate sunt de acord că potențialul creativ există în fiecare. Tehnicile de gândire creativă permit oamenilor să utilizeze la maximum potențialul lor creativ. Oamenii creativi tind să fie mai deschiși la minte, mai toleranți la complexitate, mai puțin

înclinați să presupună că există doar o singură - cea mai bună - cale pentru a rezolva o problemă, și mai puțin autoritari în atitudini decât oamenii noncreativi.

Creativitatea primară generează idei și concepte noi, iar creativitatea secundară dezvoltă, lărgeste, modifică și ordonează din nou ideile altora. Oamenii care dispun de creativitate secundară sunt, de obicei, mai capabili să îndrepte ideile spre concluzii practice.

Umorul este un combustibil important pentru procesul creativ. Studiile au dezvăluit o înaltă corelație între creativitate și umor. O glumă nevinovată va conduce la o idee folositoare.

Creativitatea de grup implică o cercetare colectivă pentru obținerea de soluții optime în concepția clădirilor. Proiectarea tradițională a clădirilor concentrează, în mod obișnuit, atenția arhitectului și inginerului constructor asupra faptului că vor lucra împreună la găsirea soluției optime a clădirii. Proiectantul, în mod obișnuit, lucrează ca un individ distinct și se străduie să producă o soluție unică și originală.

În opoziție creativitatea de grup în construcții folosește gândirea colectivă a mai multor individualități și identifică cât mai multe idei posibile, apoi alege pe cea care satisface cel mai bine nevoile utilizatorilor și/sau proprietarilor clădirii.

Creativitatea în construcții

Etapele creației tehnice



PREGĂTIRE

- Studiul soluțiilor existente;
- Observații, analiză și definirea problemei;
- Lipsurile stadiului actual;
- Stare difuză, neliniște, se intuiește o contribuție originală;



INCUBAȚIE

- Se desfășoară la nivelul subconștientului;
- Implică dirijare sistematică prin intermediul voinței;

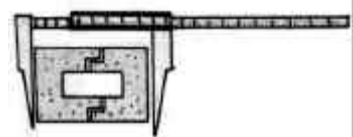
ILUMINARE

- Momentul apariției spontane a soluției originale, viabile, care poate fi:
 - interpretare neașteptată, corectă a unor date
 - o bioasociație

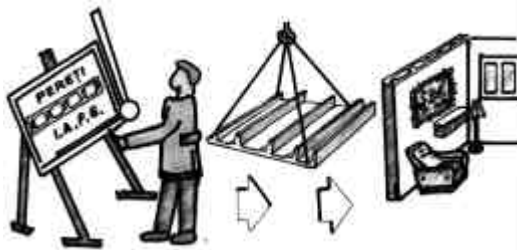


VERIFICARE INGINEREASCĂ

- Analiza riguroasă și evaluarea noii soluții



Criteriul principal al creativității este aplicabilitatea



Adevărata valoare a creației tehnice în construcții este parcurgerea drumului de la conturarea soluției de bază până la larga utilizare practică



Inginerul constructor trebuie să fie:

un bun cunoscător al științei și tehnicii construcțiilor



transpună tehnica mondială la nivel național



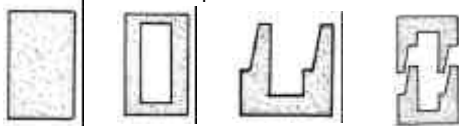
creator de tehnică în construcții



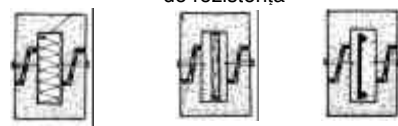
Tehnologia unei invenții

Bară din ipsos armat

Evoluția modului de gândire a formei barei din ipsos armat



Îmbunătățirea caracteristicilor termice sau de rezistență



Fono/Termoizolație

Șipcă de lemn

Carcasă oțel protejată contra coroziunii

Perete despărțitor cu schelet din bare de beton armat

Izolație fonică

aer



Fig. 3.8 Creativitatea în construcții. Etapele creației tehnice. Tehnologia unei invenții.

Creativitatea de grup în construcții constituie o pânză largă de idei, care se potrivesc exigențelor principale pe care trebuie să le satisfacă clădirea.

Un număr mai mare de idei poate fi un factor de focalizare pentru apariția unei idei excelente. Nici una din idei nu va fi criticată și nici nu va fi concediată ca fiind nep practică sau nefolositoare.

Gândirea negativă este în detrimentul procesului creativității de grup și poate împiedica curgerea liberă a ideilor.

Folosirea unui grup în concepția clădirilor - compus din utilizator, proprietar, arhitect, inginer constructor (proiectant, executant) - s-a arătat că poate produce 65%...95% mai multe idei decât ar fi rezultat din muncă individuală.

O astfel de echipă generează mai multe idei și stimulează potențialul creator al fiecărui participant.

O idee a unei persoane din grup poate stârni procesul asociativ al celorlalți membri, declanșând mai multe idei.

Procesul creativ. Studiul acestui proces va produce o mai bună cunoaștere a creativității (fig.3.9). Pentru a găsi o soluție la orice problemă, mintea folosește și urmează un anumit model. Etapele procesului creativ în construcții sunt (fig. 3.8; 3.10):

- identificarea problemei de rezolvat;
- culegera informațiilor;
- analizarea datelor ;
- generarea soluțiilor alternative ;
- evaluarea ideilor și alocarea de timp pentru apariția de idei suplimentare;
- sintetizarea ideilor într-un tot ;

- verificarea soluției propuse printr-o evaluare.

Educația tradițională poate conduce la un proces de gândire îngustă și noncreativă. Cu un antrenament adecvat în gândire creativă și utilizând tehnici aplicative corespunzătoare, este posibil ca modelele tradiționale de învățare și previziune să se canalizeze într-un proces productiv de gândire.

Schimbările ce se produc în societate vor conduce la modificarea direcției de concepție a clădirilor civile de la creativitatea întâmplătoare la cea deliberată și concertată.

Majoritatea proiectanților, în domeniul construcțiilor, dezvoltă atitudini noncreative ca:

- utilizarea primei idei ce apare în locul căutării unor alternative, mai bune;
- decizii care la origine păreau să convingă, pot să conducă în circumstanțe schimbate, la costuri excesive sau performanțe scăzute;
- schimbările în concepția clădirilor vor întâmpina rezistență, dacă se opun unor atitudini și cunoștințe învechite.

Calitățile coordonatorului de grup, care trebuie să orienteze grupul spre o concluzie, trebuie să fie apropiate de individualitățile din echipă.

Pentru a încuraja o curgere neîntreruptă a ideilor dinspre toți participanții, coordonatorul grupului trebuie să fie pregătit pentru a schimba tehnicile creative. Coordonatorul echipei asigură ordinea, stimularea și un nou sens al direcției.

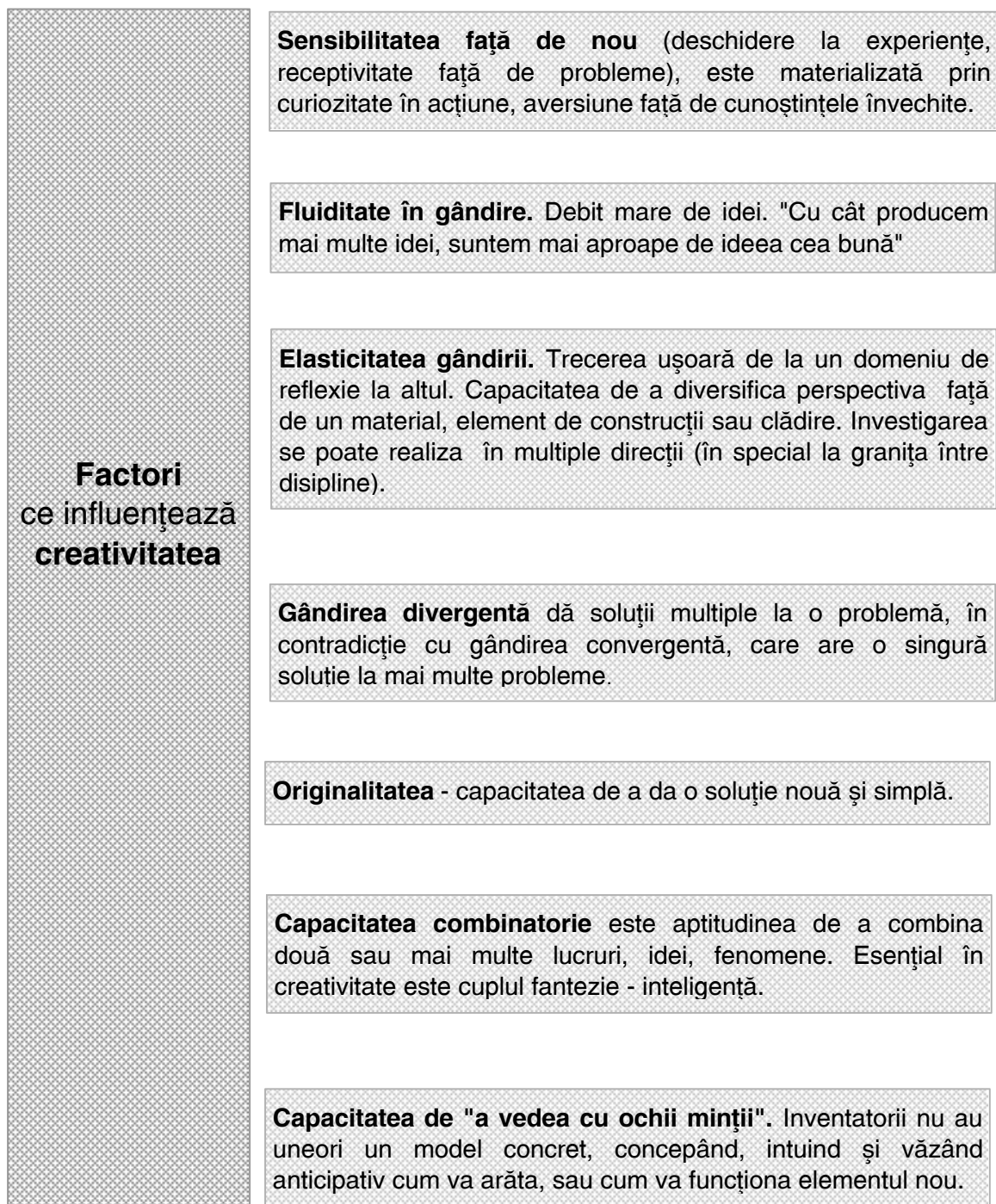


Fig. 3.9 Schema factorilor ce influențează creativitatea.

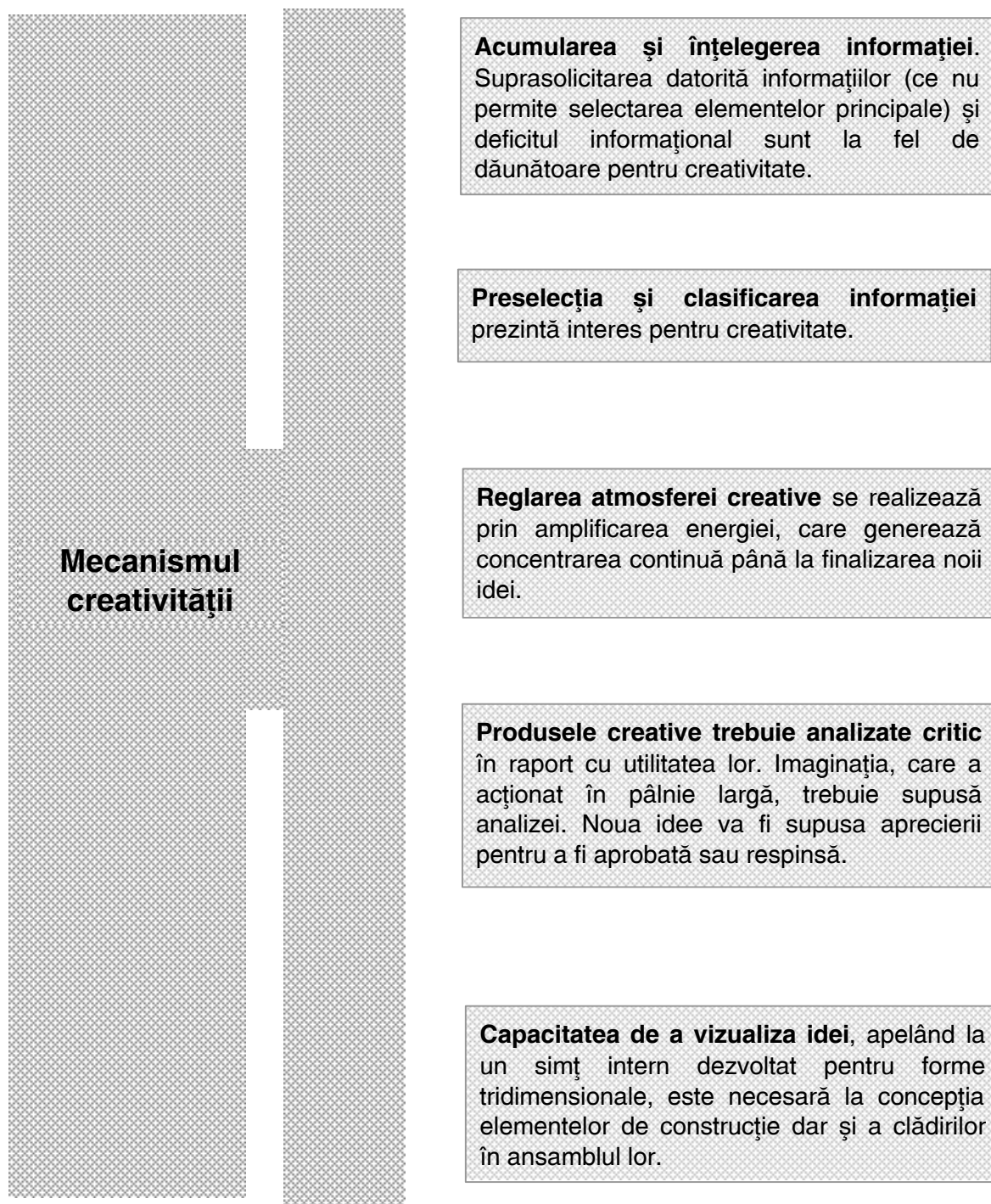


Fig 3.10 Schema mecanismelor creativității

Obstacole în drumul spre creativitate. Experiența arhitecților și inginerilor constructori este unul din aceste obstacole.

Conștientizarea acestui lucru va favoriza realizarea de pași pozitivi și practici în depășirea acestui obstacol.

Obstacolele pot fi perceptuale, de obișnuință, emoționale sau profesionale (fig. 3.11).

Obstacolul perceptual mai poate fi denumit "Viziunea cu ochelari de cal". Experții tind să "treacă cu vederea evidentul", de asemeni un obstacol perceptual.

Obstacolul de obișnuință implică permanența a ceea ce a fost dat sau gândit înainte. Majoritatea se conformează standardelor existente și prognozelor consacrate pentru a se proteja și pentru a asigura securitatea slujbei.

Obstacolul emoțional poate apărea când se propune elaborarea unei decizii nepopulare sau frica despre ceea ce ceilalți ar putea gândi despre ideea nouă propusă.

Unele individualități mimează prin luarea unor decizii adecvate, dar necreative.

Blocajele profesionale pot fi cauzate de ambianța academică, profesională, educațională. Unele individualități sunt incapabile să se cupleze în exterior cu conceptele propuse de alte discipline.

Tehnici în creativitate

Un număr de tehnici asigură îmbunătățirea creativității și sunt în mod

particular adecvate pentru arhitecți și ingineri constructori din cauza ușurinței relative cu care pot fi aplicate în problemele de proiectare a clădirilor civile.

Fiecare tehnică pentru îmbunătățirea creativității accentuează folosirea unor filosofii de rezolvare a problemelor cu final deschis și eliminarea criticilor pe parcursul primelor stadii ale procesului de elaborare a deciziilor.

Brainstorming. Metodă de stimulare a creativității colective ce pune în valoare apariția ideilor și crează facilități pentru manifestarea acestora. Metoda se bazează pe stimularea unei minți care să producă idei prin intermediul unei alte minți. Inhibarea poate rezulta din încercarea de a judeca valoarea ideilor.

Coordonatorul grupului este desemnat pentru a răspunde de urmărirea și direcționarea ședintelor. O regulă a acestei tehnici este de a exclude critica, coordonatorul grupului trebuie să oprească grupul când un cuvânt, ton, gest, sau orice altceva indică respingerea unei idei. El va încuraja gândirea "după libera voință" deci a ideilor neconformiste.

Cu cât cantitatea de idei este mai mare cu atât este mai sigur că apare și o soluție de calitate. Participanții pot sugera idei proprii dar și ideile altora, combinate și/sau îmbunătățite într-o idee nouă.

Membrii grupului sunt aleși să reprezinte puncte de vedere variate dar și diverse.

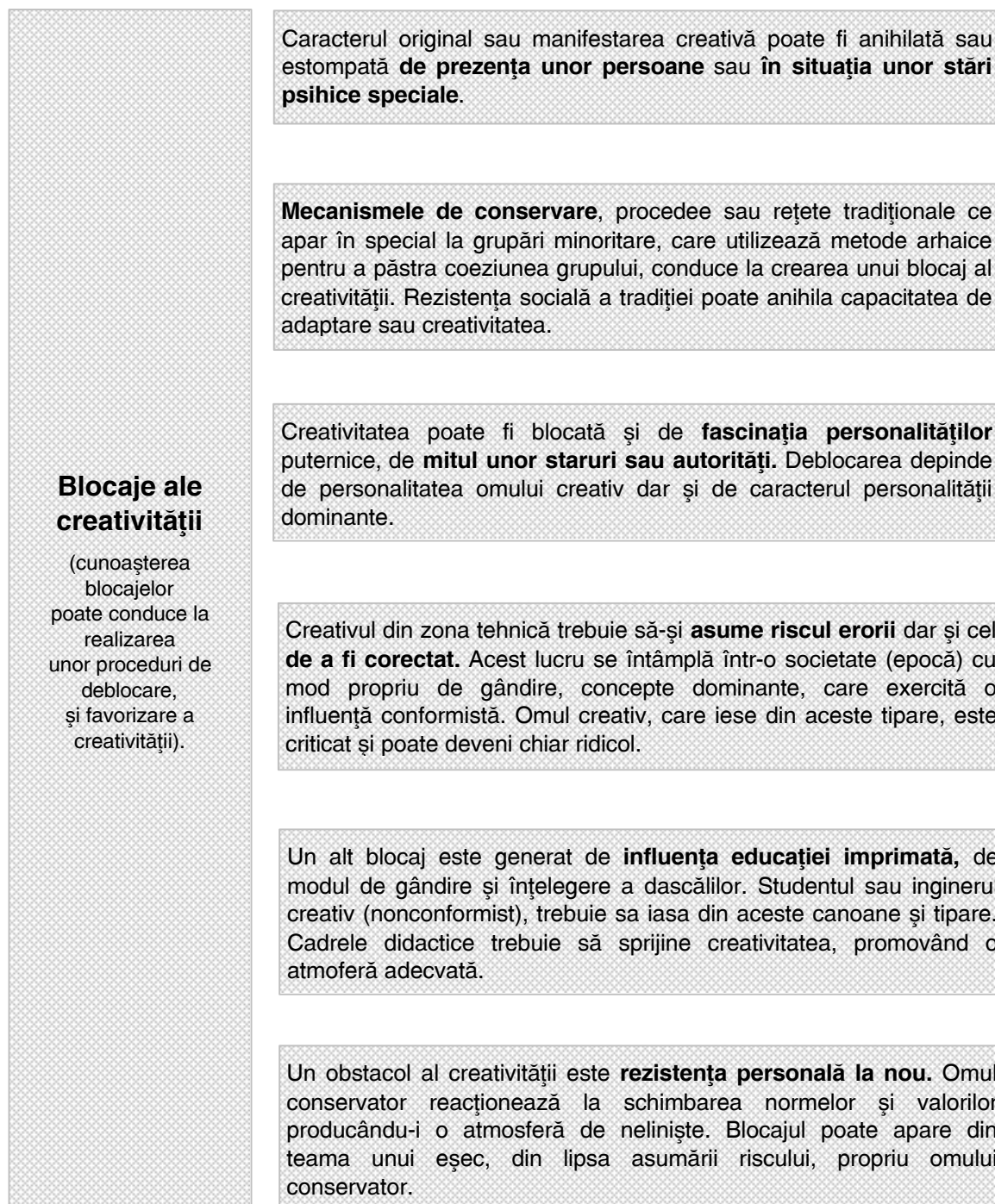


Fig. 3.11 Schema blocajelor creativității.

Formațiile în brainstorming care participă la ședințe pot fi compuse din: proprietar, arhitect, inginer, utilizator, manager în construcții, operator de construcții, administrator de întreținere. Dacă unii superiori ai membrilor echipei sunt prezenți la ședință, aceștia s-ar putea să ezite de a sugera idei, din teama de a fi judecați de către șefii lor.

Criticile în timpul brainstormingului pot avea un efect de inhibare și de o micșorare a apariției de idei noi.

Coordonatorul grupului deschide ședința prin prezentarea unei probleme bine definite, exprimate în limbaj funcțional. Toate ideile trebuie înregistrate. Datorită apariției rapide a acestor idei înregistrarea poate fi dificilă. Produsul final al ședinței de brainstorming este evaluarea și reperlucrarea ideilor care pot genera o soluție la problema pusă în discuție.

Tehnica Delphi (prezicerea viitorului și atingerea consensului) este o metodă de a obține consensul prin identificarea opțiunilor de proiectare dar și a prezicerii asupra efectului acestora la concepția clădirii.

Aceasta implică contribuții individuale la informarea grupului, la formarea judecății acestuia, la realizarea de ocazii pentru ca individualitățile să dezbate și să revadă punctele de vedere individuale prin păstrarea unui grad de anonimat. Răspunsurile individuale într-o ședință Delphi sunt înregistrate pe hârtie și sunt prezentate anonim. Această tehnică este folosită pentru evitarea blocajelor emoționale des întâlnite în

brainstorming. Un grup Delphi va include în mod obișnuit manageri, arhitecți și ingineri proiectanți, ingineri constructori pentru execuție și reprezentanți ai clientului.

Un avantaj major al acestei metode este acela că minimizează favorizarea și protejarea personalității în obținerea unei opinii de grup.

Această metodă poate fi folosită pentru :

- explorarea opțiunilor de proiectare;
- identificarea pozițiilor pro și contra a opțiunilor potențiale de proiectare ;
- dezvoltarea relațiilor în unități complexe de construcții;
- expunerea priorităților valorilor personale și a scopurilor proiectării.

Orice discuție de grup e probabil să producă o poziție majoritară, dar deseori aceasta este un compromis, decât un consens adevărat. Acest compromis poate reflecta opinia membrilor grupului, dinamici verbal sau perseverenți. La începutul proiectării, când există un grad de nesiguranță, ar fi imprudent să afirmi că opinia unui membru al grupului este mai bună decât a celorlalți. Atunci se dorește câștigarea unei idei favorabile din multitudinea de opinii din cadrul grupului.

Logica metodologiei este că ea converge gradat spre un set de alternative de proiectare, judecate prin consens, spre a asigura performanța optimă pentru problema în discuție. Procesul Delphi trece printr-un număr de cicluri de explorări individuale și de

grup și se încheie cu o recomandare a grupului.

Primul ciclu Delphi asigură un set inițial de date de intrare, de natură subiectivă, despre un sistem dorit. Pe baza acestor date de intrare, echipa prelucrează un set de alternative de proiectare.

Țintele - de exemplu costurile estimate - sunt apoi revăzute fără relevarea autorului - pentru a determina variația valorilor țintite. Grupul poate apoi începe să ordoneze proprietățile sistemului dorit în opțiuni de proiectare logice și probabile.

Alt ciclu al procesului Delphi permite fiecărui participant să intuiască aranjarea grupului și să concentreze asupra celor mai favorabile opțiuni de proiectare. Ca parte a cercetării tehnica Delphi poate prezice învechirea sistemului constructiv. Este deci posibil să ia acțiuni de corectare prin adăugarea unor caracteristici flexibile sau tehnologie inovatoare.

Din momentul în care participanții au încheiat cel de-al doilea ciclu individual grupul se reunește. Răspunsurile individuale sunt introduse într-o discuție de grup. Dacă opțiunile de proiectare rămân neschimbate, grupul este pregătit să facă recomandări. În mod obișnuit, totuși, cel puțin un ciclu adițional este necesar înainte de consens. Valoarea costurilor țintă pentru sistem, în acest stadiu, ar trebui să continue să converge.

Estimările înainte de consens sunt simțitor îmbunătățite odată cu creșterea

numărului de cicluri Delphi. Cu cât ciclul converge spre un consens de grup tot astfel converg și desfășurările proiectate ale acțiunii. În această manieră este exercitat controlul asupra costului țintă. Pasul final, al metodei Delphi, implică participarea de grup în propunerea alternativelor și a țăintelor cost pentru sistemul supus studiului. Opțiunile de proiectare recomandate în acest stadiu pot necesita revederi suplimentare economice (cost al ciclului de viață) și neeconomice, astfel încât detaliile componentului să fie identificat.

Manipulare. Această metodă acoperă natura problemei ce e studiată examinând mai curând generalitățile decât patricularizările. Efortul creator este direcționat cu scopul de a vedea elemente comune într-un mod total nou. O rațiune pentru păstrarea unei definiții specifice a unei probleme vagi este de a evita o soluție predeterminată sau prematură. Ambiguitatea ajută proiectantul să gândească mai flexibil și mai general. O descriere cu sfârșit deschis a problemei permite proiectanților să nu se angajeze cu fermitate în rezolvarea problemei. Informația minimă permite procesului de grup să se concentreze asupra soluțiilor generale, în timp ce se stabilește caracterul esențial al soluțiilor de proiectare.

Tehnicile de manipulare permit grupului să ajungă la divergență mai repede decât la convergență ca în procesul Delphi. În tehnica Gordon, numai coordonatorul grupului cunoaște

natura exactă a problemei considerate. Sinectica permite divergența prin considerarea de analogii pentru problema respectivă, mai mult decât considerarea problemei însăși. Bionica și biomecanica se bazează pe analogiile cu natura.

Tehnica Gordon constă într-o curgere liberă a discuției și a ideilor privind o problemă vag definită. Nimeni, cu excepția coordonatorului grupului nu cunoaște natura exactă a problemei. Astfel, cel mai dificil aspect al conducerii unei ședințe de acest fel este alegerea unui subiect pentru discuții. În mod normal, subiectul ales va fi legat de problema pusă în discuție printr-un principiu fizic. De exemplu, problema discutată, poate fi de a căuta soluții la problema depozitării pentru o companie de construcții, astfel că coordonatorul grupului poate discuta cu grupul cum să "depoziteze lucruri".

Tehnica Gordon caută să evite capcana la care este expusă o ședință obișnuită de brainstorming și anume sentimentul unei părți a participanților că au găsit soluția "corectă" și de aceea nu este nevoie să mai caute și o altă soluție a problemei. O astfel de ședință, evită acest pericol, deci nu poate fi propusă o soluție ca fiind cea mai bună pentru o problemă nespecificată. Această tehnică poate frustra oamenii creativi, care se străduie pentru înțâietate când niciunul nu este condiționat. Cu domeniul deschis pentru discuții, aceste individualități se învârt în cerc, discutând

problema dar neajungând la un rezultat. Avantajul este că ei pot acoperi aspecte pe care nu le-ar fi putut niciodată atinge dacă ar fi cunoscut problema specifică. Forța tehnicii constă în faptul că nu permite membrilor echipei să se blocheze în amănunte specifice.

Sinectică înseamnă alăturarea elementelor diferite și aparent irelevante, pentru a forma scheme și idei noi. Analogiile pot fi văzute în invențiile arhitecturale de zi cu zi: un cort al unui beduin în deșertul Arabiei Saudite inspiră o structură pe cabluri; proiectarea unei colivii de păsări conduce la structura de rezistență pentru clădiri cu tehnologii de montaj rapid.

Există patru tipuri de analogii: personală, directă, simbolică și fantastică. Analogiile personale implică identificarea individuală în situația problemei, pentru a experimenta efectele supuse studiului.

Individualitatea devine o parte a activității de proiectare ce a fost realizată. Proiectanții se văd pe ei înșiși mergând prin clădirea pe care tocmai au proiectat-o. Această tehnică a fost de asemeni folosită cu mare succes în probleme tehnice în care proiectantul s-a considerat ca o parte actuală a sistemului, supus la mișcările și forțele sale.

O analogie directă compară fațete similare și proceduri a unor obiecte care nu seamănă între ele. De exemplu, sistemul de răcire a unei case

poate fi proiectat să acționeze în același fel în care se răcește corpul uman.

Analogia simbolică folosește acțiunile și structura unui obiect pentru a crea o imagine complet diferită. Este o cale de a condensa un sistem sau un obiect complex, într-o reprezentare simplă. Activitatea intrinsecă pe coridoarele unui spital este comparată cu sistemul circulator a unui organism viu.

A patra formă a analogiei este fantezia, folosirea imaginației fără constrângeri pentru a explora o situație.

Legile și regulile existente sunt suspendate temporar. Fantezia e folosită pentru a explora opțiuni. Ea ajută pe cel care ia decizia, să rupă prejudecățile convenționale pentru a găsi o soluție simplă în locuri neașteptate.

O ședință de creativitate de grup, folosind tehnicile de analogie, parcurge următorii pași:

- discutarea unui concept general; numai coordonatorul ședinței este deținătorul definiției precise a problemei;
- analogia personală; după discutarea informațiilor despre concept grupul poartă în continuare discuții și schimbă impresii despre ce ar putea simți punându-se în diversele variante ale conceptului discutat;
- analogia directă; grupul face apoi comparații directe între ideile variantelor enunțate în ședințele anterioare;
- analogia simbolică; acest tip de analogie poate fi folosită împreună cu analogia directă în aceeași ședință;
- analogia fantastică; membrii sunt încurajați să discute sau să compare

orice doresc în direcțiile liniilor analogiilor anterioare, asigurându-se că au cel puțin o relevanță periferică la subiect;

- discuții libere; această ședință se dezvoltă într-o discuție liberă din momentul în care conducătorul consideră că grupul a epuizat conținutul de cunoaștere relevantă în faza precedentă.

- introducerea problemei; în acest stadiu coordonatorul dezvăluie definiția precisă a problemei;

- analiza problemei directe; pașii de la analogii sunt repetați, de această dată adresându-se la problema definită;

- perioada de gestație; echipa permite tuturor ideilor să pătrundă în subconștient;

- recomandări; ideile variate sunt expuse, evaluate și se stabilesc soluții.

Bionica și biomecanica. Proiectanții au privit de-a lungul timpului spre natură pentru idei, care pot fi folosite ca aplicații directe sau ca modificări la problema pusă în discuție.

Bionica și biomecanica privesc spre natură pentru a vedea dacă există deja o soluție.

Construcția tunelurilor sub râuri a fost realizată după ce s-a urmărit tunelurile cariilor în lemn, realizate prin construirea de tuburi protectoare. Problemele de inginerie și proiectare pot fi rezolvate și prin idei înrudite cu natura.

CLASIFICAREA CONSTRUCȚIILOR

Scopul clasificării construcțiilor este de a da posibilitatea aplicării standardelor, normativelor, instrucțiunilor tehnice în vederea concepției acestora.

Clasificarea construcțiilor permite realizarea unei mai bune documentări cu ajutorul băncilor de date, bibliotecilor.

Criteriile de clasificare a construcțiilor pot fi diverse funcție de: importanța, destinația, durata de exploatare, structura de rezistență, modul de execuție, geometrie (înălțime, deschidere), materiale utilizate.

Clasificarea general utilizată împarte construcțiile în clădiri și construcții speciale ingineresti (fig. 4.1).

Clădirile sunt construcții care servesc drept adăpost pentru oameni în timpul desfășurării activității, a odihnei și în timpul realizării unor bunuri necesare

vieții. Aceste adăposturi au grade diferite de confort, fiind dotate cu echipamente și instalații specifice funcție de destinația clădirilor.

Clădirile se clasifică în: clădiri de locuit, clădiri sociale, circulația mărfurilor, clădiri pentru călători (transport), clădiri pentru poștă și telecomunicații, clădiri pentru centrale electrice, clădiri industriale și clădiri agrozootehnice.

Clădirile de locuit pot fi individuale, izolate sau grupate având regimul de înălțime de parter sau de parter și etaj. Locuințele pot fi și sub formă de apartamente grupate în clădiri, la care regimul de înălțime variază de la parter și trei etaje, la parter și 25 de etaje sau mai mult. În grupul clădirilor de locuit

intră și căminele pentru tineri sau bătrâni, hotelurile, cabanele, motelurile.

În concepția clădirilor de locuit exigențele de confort higrotermic, acustic, iluminare naturală capătă o importanță specială având în vedere aportul acestora în aprecierea calității vieții oamenilor.

Clădirile social-culturale cuprind construcții pentru învățământ de toate gradele (preuniversitar, universitar, școli speciale sau tehnice, clădiri pentru cercetare științifică), muzee, biblioteci, arhive. În această categorie de clădiri sunt incluse și cele administrative, sediile companiilor, clădiri publice, studiouri de radio și televiziune, spitale, laboratoare, săli polivalente (sport, expoziții, spectacole), tribunale. Această categorie cuprinde și clădirile cu destinație religioasă: catedrala, biserica, templu, mănăstirile

Din categoria clădirilor cu destinație specială fac parte: instituțiile de corecție, instituțiile militare, clădirile pentru băi publice, restaurante.

Clădirile pentru transportul călătorilor vor cuprinde: autogări, gări, aerogări. Din această categorie mai fac parte: depourile, ce au ca destinație repararea mijloacelor de transport.

Clădirile pentru poștă și telecomunicații vor cuprinde și birourile, depozitele, instalațiile de transmitere a informațiilor comunicării.

O altă grupare sunt clădirile centralelor electrice și de transformare din sistemul energetic.

Clădirile industriale sunt destinate producției din diverse ramuri, de la cea metalurgică la cea textilă cuprinzând: hale, depozite, ateliere.

Clădirile agrozootehnice cuprind sectoarele: zootehnic (adăposturi animale, abatoare); sectorul cerealier (depozite pentru produse agricole, mori); sectorul hortiviticol (crame de vinificare).

Structura de rezistență a clădirilor mai sus menționate se concepe funcție de importanța clădirii, de amplasament (condiții climatice, teren de fundare, grad de seismicitate), regim de înălțime, destinație.

Clădirile vor fi concepute cu structură de rezistență rigidă alcătuită din diafragme verticale pozate după cele două direcții ortogonale (beton armat monolit sau prefabricat, zidărie de cărămidă).

O altă concepție a structurii de rezistență este cea flexibilă alcătuită din cadre de beton armat, metal sau lemn, cu elemente orizontale de rigidizare (planșee) alcătuite constructiv și din diverse materiale funcție de aportul antiseismic al structurii.

Construcțiile special ingineresti din figura 4.2 prezintă evantaiul larg al construcțiilor speciale.

Construcțiile speciale ingineresti ating deseori dimensiuni impresionante, ca înălțime, deschidere, suprafață, volum ca și clădirile foarte înalte sau cu deschidere foarte mare ce atestă nivelul atins de tehnica construcțiilor în etapa respectivă.

Clasificarea construcțiilor

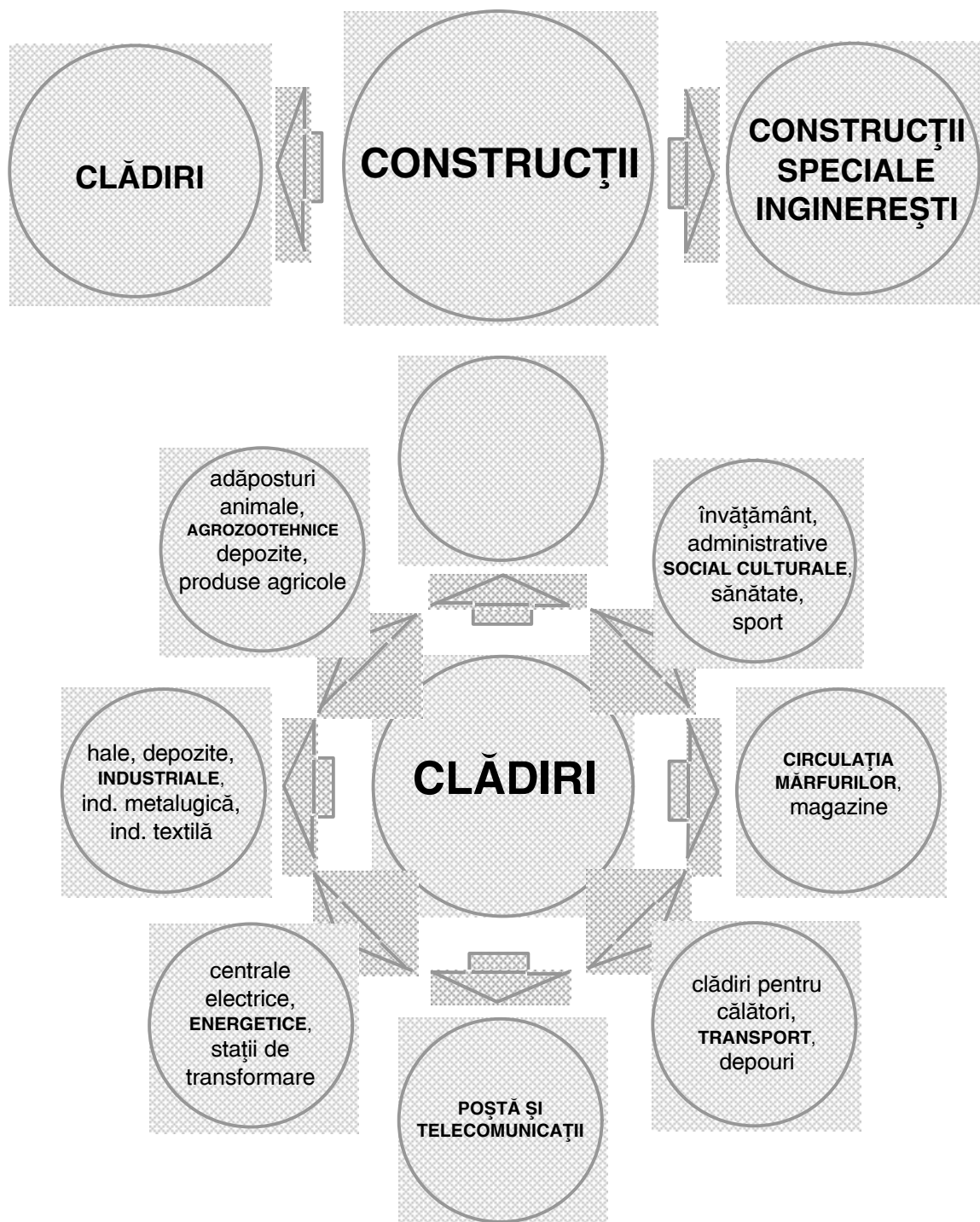


Fig. 4.1 Clasificarea generală a construcțiilor. Clasificarea clădirilor.

Construcții speciale inginerești	Construcții speciale industriale silozuri, buncăre, rezervoare, castele de apă, platforme
	Construcții speciale agrozootehnice sere, piscicole, răsadnițe,
	Construcții speciale social-culturale teatre în aer liber, stadioane, platouri de filmare
	Construcții pentru transporturi rutiere, feroviare și aeriene drumuri, linii de cale ferată, metrouri, linii de tramvai, piste, funiculare, monorailuri
	Construcții care asigură continuitatea transportului viaducte, poduri, tuneluri, ziduri de sprijin denumite și lucrări de artă
	Construcții speciale pentru telecomunicații turnuri de televiziune, antene
	Construcții pentru transportul fluidelor sau al energiei conducte, canale, linii electrice
	Construcții pentru semnalizare faruri, semnalizări rutiere
	Construcții de agrement ansambluri de distracții pentru copii, electrocabine, telescaune, pârtii,
	Construcții hidrotehnice baraje și lucrări conexe pentru reținerea aluviunilor, disiparea energiei
	Construcții pentru regularizarea cursurilor de apă taluze, apărarea malurilor.
	Construcții pentru captarea și tratarea apei
	Construcții de canalizare și pentru epurarea apei
	Construcții pentru îmbunătățiri funciare irigații, desecări, combaterea eroziunii solului.
	Construcții pentru transportul pe apă canale navigabile, ecluze, porturi.

Fig.4.2 Clasificarea construcțiilor speciale inginerești

MOD DE G ÎNDIRE ÎN EVOLUȚIA CONSTRUCȚIILOR

5.1. PIRAMIDA EGIPTEANĂ

Acum 4500 de ani, în Egiptul Antic începe o perioadă de glorie a istoriei construcțiilor.

Tehnica construcțiilor în piatră atinge un înalt nivel de perfecțiune. Se poate considera prelucrarea pietrei în Egiptul Antic, o artă cu adevărat savantă comparativ cu stadiul preistoric al țărilor din jur.

Piramida, cavou al regelui-faraon, supranumit fiul soarelui Ra, este deci un monument în cinstea unui astru (adorat de elita egipteană). Regele-faraon, conducătorul statului, este considerat locțiitorului demiurgului pe Pământ.

Piramida este construcția funerară ce exprimă adorația și grija sacră manifestată față de zei și morți.

Concepția religioasă, în Egiptul Antic, era credința în viața eternă, cea terestră fiind considerată o etapă a celei dintâi. Astfel se explică preocuparea permanentă pentru creerea condițiilor de conservare a celuilalt Eu . Trupul neînsuflețit al faraonului, considerat sacru era îmbălsămat și apărat de acțiunea distrugătoare a timpului sau a profanatorilor, prin construirea unui monument funerar inaccesibil.

Măreția piramidei urmărea să-i copleșească pe supuși, uimind prin volum, înălțime, durabilitate și perfecțiunea execuției.

Piramida poate simboliza: nașterea pământului din apă, razele soarelui trimise spre pământ, rampa de acces în vederea îmbarcării după moarte în barca zeului soare Ra.

Marea piramidă (piramida lui Keops) face parte din ansamblu de la Ghiseh, cel mai mare grup de monumente construit de om (fig. 5.1).

Piramida și monumentele din jurul lor au fost concepute și realizate printr-o anume distribuție geometrică.

Piramida geometrică, care apare după dispariția piramidei în trepte, are baza pătrată și fețele triunghiulare. Privită de la distanță piramida are aspectul unui corp geometric perfect și compact. De aproape ea apare ca având fețele formate din trepte foarte mari.

Dimensiunile Marei piramide sunt impresionante, înălțimea de 148 m, echivalează cu o clădire cu 50 de etaje, iar baza are 2,66 ha (230x230 m).

Blocurile de piatră, ce alcătuiesc Marea piramidă, sunt din calcar de culoare gălbuie culoarea deșertului. Aceste blocuri au o greutate medie de 2500 kg și o înălțime de 70 cm.

Tăierea pietrelor, la carieră, se realiza cu unelte de aramă durificată sau prin crăparea rocii de calcar cu piese din diolit (rocă vulcanică dură), mărirea acestor crăpături, și ruperea blocului de piatră după suprafețe orizontale sau verticale prin introducerea forțată a unor pane din lemn umed.

Piramida a fost placată cu blocuri din calcar alb, cu planeitate perfectă ce a condus la realizarea unor rosturi cu grosime redusă.

În interior piramida se compune din încăperi, de dimensiuni mici raportate la

cele ale întregului monument, camera regelui-faraon, camera reginei și coridoare, galerii de acces.

Protecția camerei regelui faraon unde era depus sarcofagul, contra presiunii mari din greutatea pietrei de deasupra, a fost realizată prin 5 camere de descărcare amplasate deasupra tavanului orizontal. Ultima cameră a fost alcătuită cu dale așezate oblic. Scurgerea presiunii provenită din greutatea piramidei, de deasupra camerei regelui, nu se realizează vertical spre bază fiind deviată de lespezele înclinate, producând un efect de boltă. Acesta reduce încărcarea ce trebuia suportată de tavanul camerei. Pentru preîntâmpinarea distrugerii prin tasare, pereții ultimilor două camere de descărcare (care ar fi putut ceda la presiunea greutatea pietrei) au fost executați din calcar, iar ceilalți din granit. Prin această concepție se urmărea ca pietrele să se sprijine una pe cealaltă, prin împingeri laterale, protejând astfel încăperea centrală a piramidei.

Coridorul (galeria cea mare) a fost acoperit cu bolți cu console, sub forma unei scări răsturnate, repartizând judicios presiunea datorită greutatea mari de deasupra și având în același timp un deosebit efect artistic.

Încăperile din interiorul piramidei erau ventilate prin canale ce traversau piramida, între anumite ore ale zilei, datorită diferențelor de temperatură între exterior și interior. Constructorii Egiptului Antic au conceput rezemarea

Marea Piramidă din Egiptul Antic

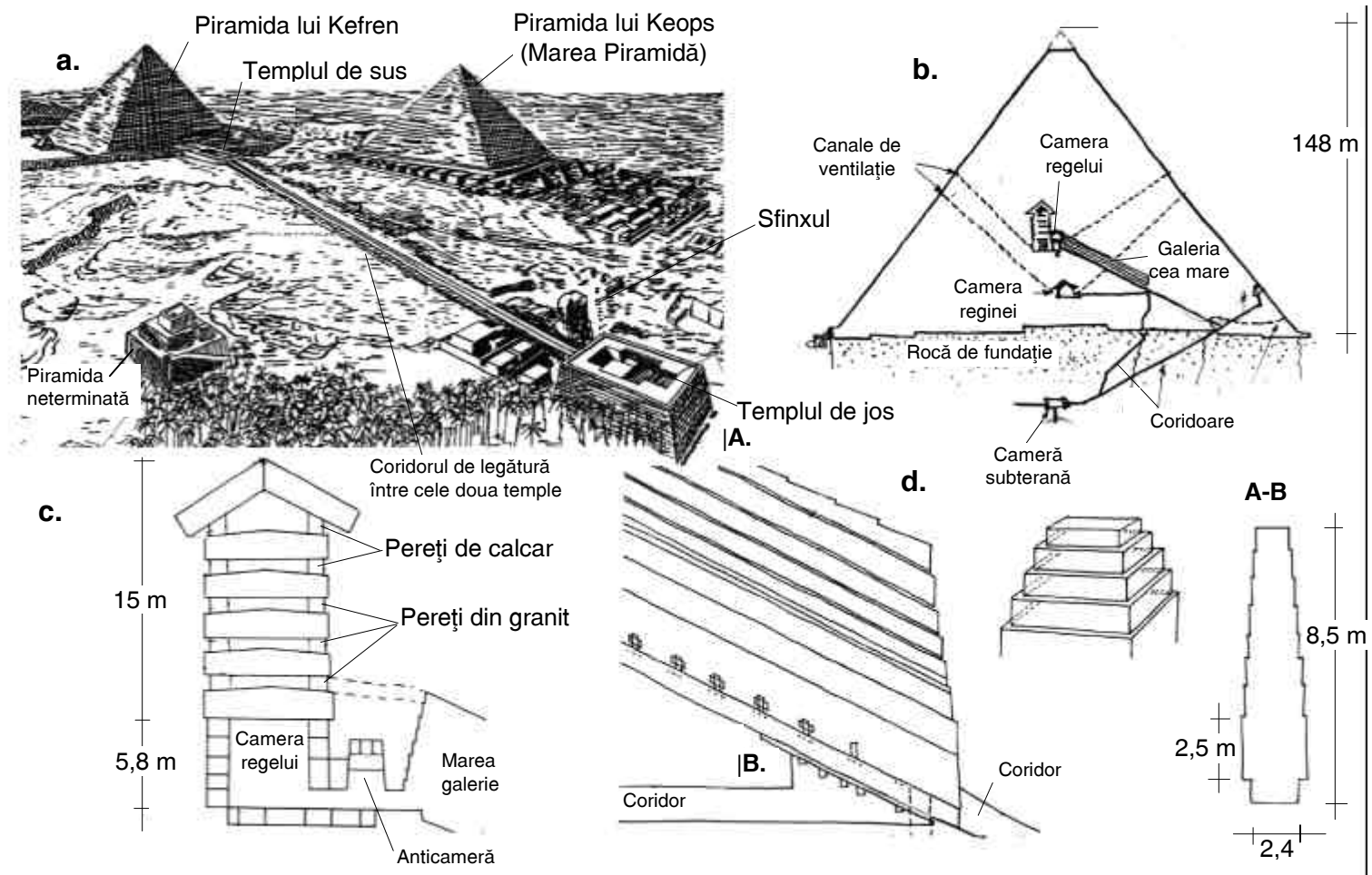


Fig.5.1 Piramida din Egiptul Antic. a. Ansamblul funerar de al Ghiseh. Piramida lui Keops. b. Secțiune. c. Încăperea principală. d. Boltă cu consolă la marea galerie

piramidei pe o suprafață convexă, care lucrează sub formă de boltă, reducând substanțial presiunea pe suprafața de rezemare.

Ipoteze de construcție

Marea piramidă a fost ridicată de constructori având un riguros spirit matematic și un remarcabil simț artistic. Piramida lui Keops pare a țâșni din pământ, având totuși uriașile proporții armonizate. Aspectul greoi este evitat prin folosirea unui anumit raport între bază și vârf, asigurând masei piramidei o înfățișare ce degajă forță.

Transportul blocurilor de piatră. Carierele de piatră, exploatate pentru construcția piramidelor, se află la o distanță apreciabilă față de construcțiile însăși, fapt care a permis emiterea unor ipoteze privind transportul blocurilor de piatră (fig.5.2):

- s-a presupus că acest transport s-ar fi realizat prin folosirea a mii de oameni la tragerea pe nisip a unor sănii din lemn pe care erau așezate imensele blocuri;
- s-a emis de asemenea părerea că blocurile ar fi fost deplasate pe apă, prinse între două bărci, avându-se în vedere faptul că greutatea blocurilor se micșora în apă (apa ce lega cariera de locul execuției, apărea datorită inundațiilor Nilului).

Ridicarea blocurilor de piatră. Ținându-se seama de faptul că în Egiptul Antic nu era cunoscut scripetele, apare uimitor sistemul de ridicare a

blocurilor de piatră în greutate de aproximativ 2 tone, la o înălțime de 150 m.

S-a emis ipoteza că ridicarea blocurilor se făcea cu ajutorul unor puternice balansoare de lemn, formate din 2 lemne decupate după un segment de cerc și reunite prin traverse, situate în terase succesive, cât și cu ajutorul pârghiilor (fig.5.2). Pe măsură ce construcția se înalță, în jurul părții executate se forma o rampă de nisip, terenul înălțându-se astfel la nivelul șantierului.

Aceste rampe se alungeau pe măsură ce construcția se ridica. După alți cercetători, în locul rampelor de nisip ar fi existat sare, care ar fi dispărut o dată cu inundațiilor Nilului.

Blocurile de piatră exterioare erau pozate pe o suprafață orizontală, ușor înclinată spre interior pentru a spori stabilitatea, reducând astfel posibilitatea alunecării. Blocurile de fațadă s-au montat de sus în jos în timp ce erau dărâmate rampele de acces din nisip.

Realizarea suprafeței de rezemare. Constructorii egipteni au realizat suprafața de rezemare a piramidei pe terenul de fundare, prin săparea în stâncă a conturului construcției (230x230 m) și realizarea unei rețele de canale la o cotă mai redusă ca suprafața de rezemare. S-a umplut întreaga suprafață de rezemare cu apă. S-a măsurat începând de la nivelul apei în jos, în diverse puncte, permițându-se

Ipoteze de construcție a piramidelor din Egiptul Antic

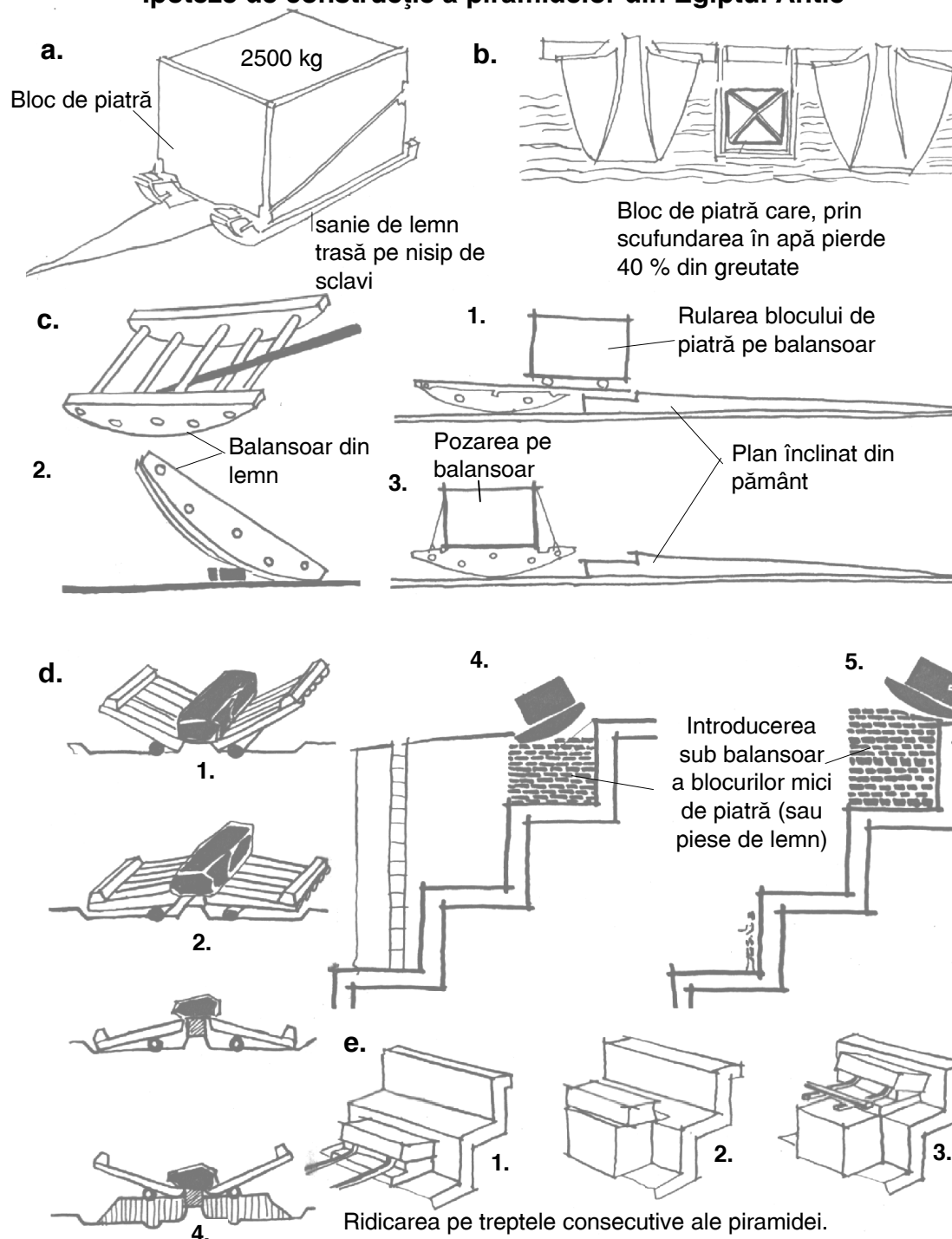


Fig.5.2 Piramida din Egiptul Antic. Ipoteze de construcții. a. b. Transportul blocurilor de piatră c. (1, 2, 3, 4, 5) Ridicarea blocurilor de piatră cu ajutorul balansoarelor din lemn. d. (1, 2, 3, 4) e.(1, 2, 3) Ridicarea prin intermediul pârghiilor

astfel stabilirea formei optime urmărite a suprafeței de rezemare a piramidei.

5.2. TEMPLUL GRECIEI ANTICE

Templul grec era considerat sanctuar al zeilor, așadar nu era conceput ca un locaș al credincioșilor. Ceremonia religioasă se desfășura în aer liber, în fața și în jurul templului ce adăpostea zeii. Este interesant faptul că grecii antici stabileau similitudini între oameni și zei în ceea ce privește înfățișarea, acțiunile și sentimentele, găsindu-i totuși pe aceștia din urmă nemuritori și supranaturali de puternici.

Măiestria constructorilor Greciei Antice a fost îndreptată spre tratarea exterioară a acestor edificii (fig. 5.3).

Templul era amplasat pe o înălțime în cadru unei incinte sacre a orașului-cetate sau în interiorul ansamblului marilor sanctuare. În exterior, templul avea un portic continuu de coloane, la unele temple acesta era dublu. Coloanele erau amplasate pe o bază în trepte în exteriorul și totodată, în jurul templului, dând impresia de accesibilitate, suprimând senzația apăsătoare, de mister, a zidurilor pline (asemănător templelor egiptene).

Structura de rezistență a templului este preluată de la construcțiile arhaice din lemn, fiind compusă din grindă și coloană de piatră. Distanța între coloane era dictată de lungimea blocurilor de piatră de la grinzi. Peste coloane se așează antablamentul care este alcătuit din trei părți: partea inferioară (arhitrava), ce constituie

elementul de rezistență; partea de mijloc (friza), care poate fi împodobită cu reliefuri; la partea superioară se găsea cornișa, mult ieșită în afară, protejând antablamentul de intemperii. Distanța între coloanele templului este dictată de rezistența la întindere din încovoiere a grinzilor din piatră (arhitrava) ce reazemă pe aceste coloane.

Sisteme de execuție. Materialul de construcție care va aduce consacrarea constructorilor Greciei Antice este piatra. Pentru pereți se folosea piatră fără mortar, legătura făcându-se cu agrafe de metal sau lemn grudonat. Pentru ușurința transportului și a manevrării, coloanele erau construite din tamburi, îmbinați cu piese de lemn sau metal (fig. 5.4).

În vederea facilitării ridicării tamburilor, se lăsau cepuri sau șanțuri cioplite, prin care se treceau frânghii.

Coloanele se realizau cu o ușoară înclinare spre interior, deplasând astfel centrul de greutate, fapt ce determină o stabilitate la răsturnare în cazul cutremurelor. Această înclinare se realizează prin tăiere oblică a primului și ultimului tambur. Fețele de contact ale tamburilor se prelucrau numai pe conturul exterior, urmărindu-se o rezemare mai bună; la mijloc, prelucrarea era grosieră, pentru a asigura rezistența la alunecare (prin frecare).

Planșeele se construiau din lemn și mai târziu din piatră. Acoperișul este

Templul și ordinele Greciei Antice

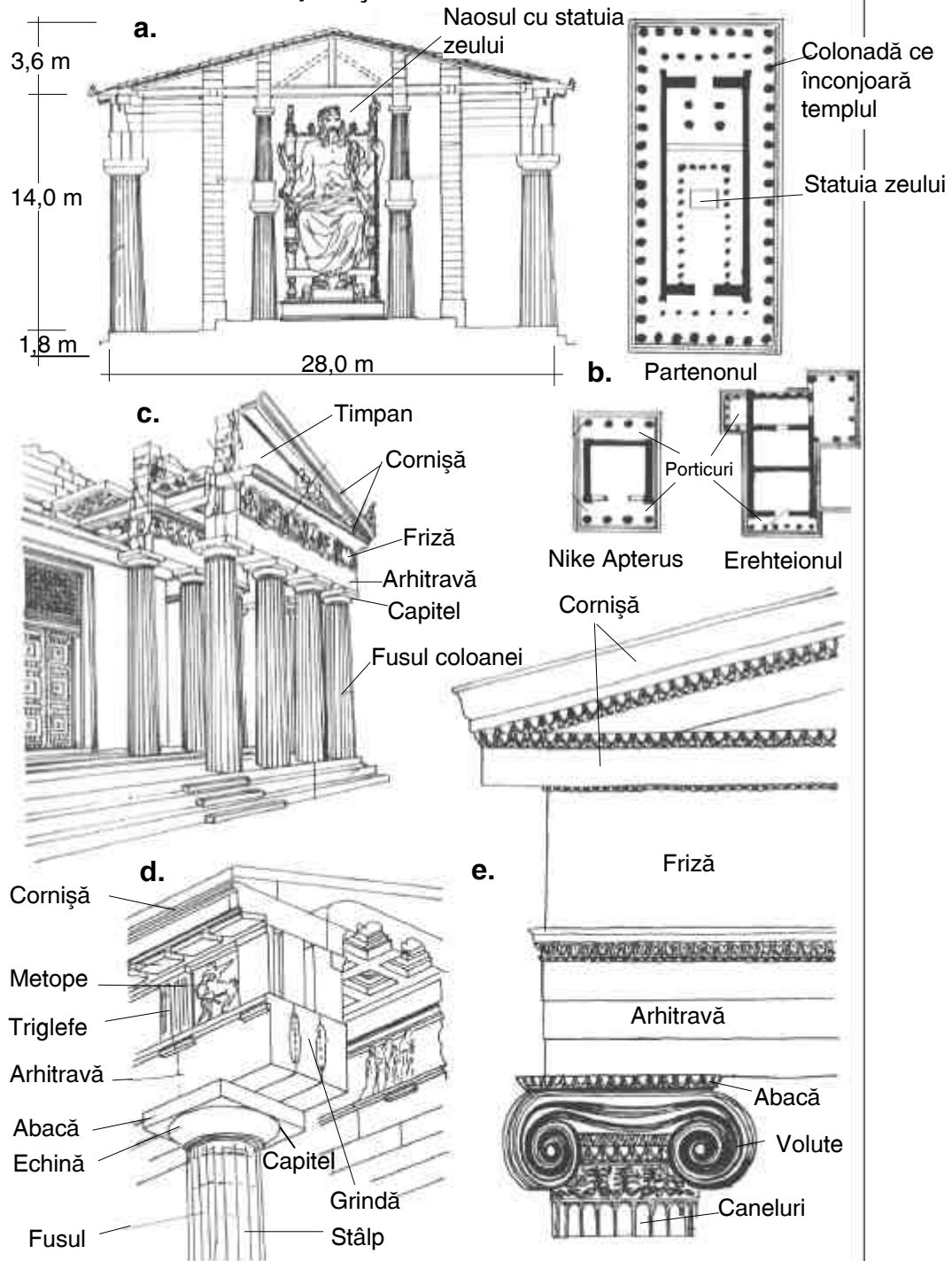


Fig. 5.3 Templul Greciei Antice. a. Secțiune transversală. b. Planuri. c. Fațade. d. Ordinul doric. e. Ordinul ionic.

Sisteme de execuție în Grecia Antică

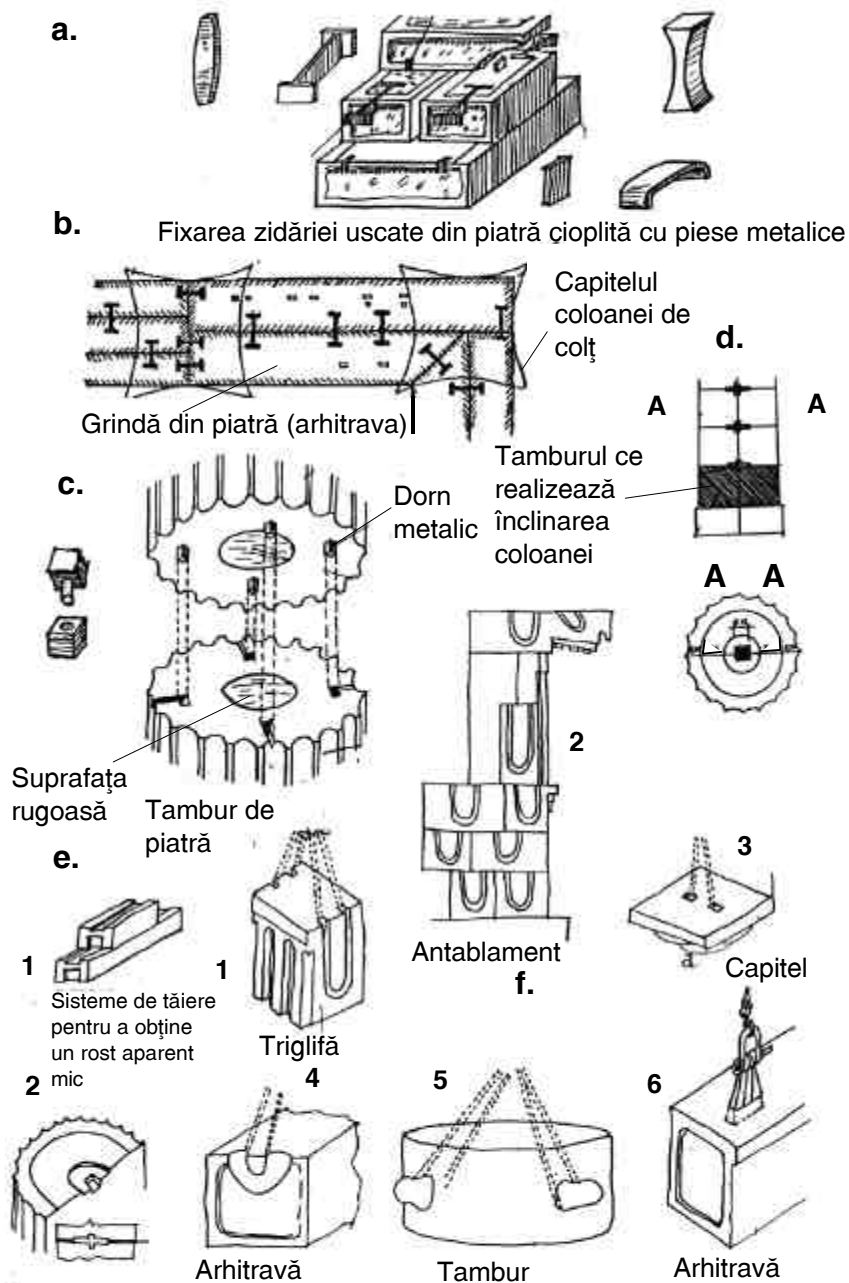


Fig. 5.4. Sisteme de execuție în Grecia Antică. a.b. Îmbinarea zidăriei și grinzilor din piatră. c.d. Alcătuirea coloanelor. Îmbinarea tamburilor. d. Realizarea înclinării coloanelor. e. (1, 2) Sisteme de tăiere. f.(1, 2, 3, 4, 5, 6) Sisteme de prindere pentru ridicare

alcătuit dintr-o șarpantă de lemn, pe așteriala căreia se așezau țigle ceramice sau de piatră (marmură).

Ordinul în Grecia Antică. Termenul ordin este cel mai des întâlnit la Platon, fiind sinonim cu armonios (fig.5.3). Trebuie subliniat faptul că atenția constructorilor greci a fost îndreptată în special asupra aspectului exterior al templelor. Ei transformau coloanele în sublime capodopere sculpturale, acoperind grinzile, cornișele, pereții cu basoreliefuri liniare și figurative.

Ordinul se compunea din antablament, coloană și baza construcției. Această totalitate de profiluri și detalii sculpturale, ce pornesc de la structura de rezistență stâlp-grindă, sunt coordonate într-un întreg proporțional și armonios.

Atributele ordinului doric sunt simplitatea, severitatea degajând o expresie estetică de forță și bărbăție.

Proveniența orientală a ordinului ionic se evidențiază prin abundența ornamentelor și se caracterizează prin eleganță, grație și suplețe.

Ordinul corintic este derivat din ordinul ionic deosebindu-se de acesta prin aspectul capitelului, care are formă de coș tronconic, îmbrăcat în foi de acant, de unde ies volute prelungite. Cariatidele, sunt o variantă a ordinului grecesc, ele înlocuiesc fusul coloanei reprezentând figuri feminine așezate vertical (fig. 5.5). Platforma pe care se ridică ordinul era limitată de gradene, a

căror înălțime nu corespundea pasului uman, ce era calculată din rațiuni estetice în funcție de înălțimea edificiului. La ordinul ionic se interpune între coloane și gradene, un element nou alcătuit din discuri suprapuse, cu rol de repartizare a sarcinilor ce provin de la coloana zveltă. Coloanele au caneluri cu secțiuni în arc de cerc teșit. Coloana dorică este robustă comparativ cu zveltețea coloanei ionice.

Capitelul este elementul de trecere între stâlp și grindă. Transmiterea sarcinii de la grindă se face prin intermediul capitelului în cazul ordinului doric compus din două plăci, una pătrată și cealaltă rotundă. Capitelul ionic este alcătuit dintr-o placă pătrată subțire, decorată cu frunze și una circulară ornamentată cu ove; între acestea se află o placă cu volute de forma unei spirale, terminându-se cu un ochi circular.

Ahritrava dorică, grinda de rezistență a antablamentului era lipsită de decorații. Friza, partea de mijloc a antablamentului, era alcătuită din plăcuțe cu șanțulețe verticale ce imitau canelurile (trigrife) și plăcuțe ornamentate cu sculpturi (metope).

Constructorii greci au fost cei dintâi care au folosit o cornișă a cărei streășină a frânt efectiv lama apei provenite din precipitații îndepărtând-o de pereții fațadei. Frontoanele ce încununează ordinul au aceeași pantă ca și cea a acoperișului. Sunt decorate cu sculpturi ce se înscriu în timpanul dreptunghiular.

Modularea și teatrul în Grecia Antică

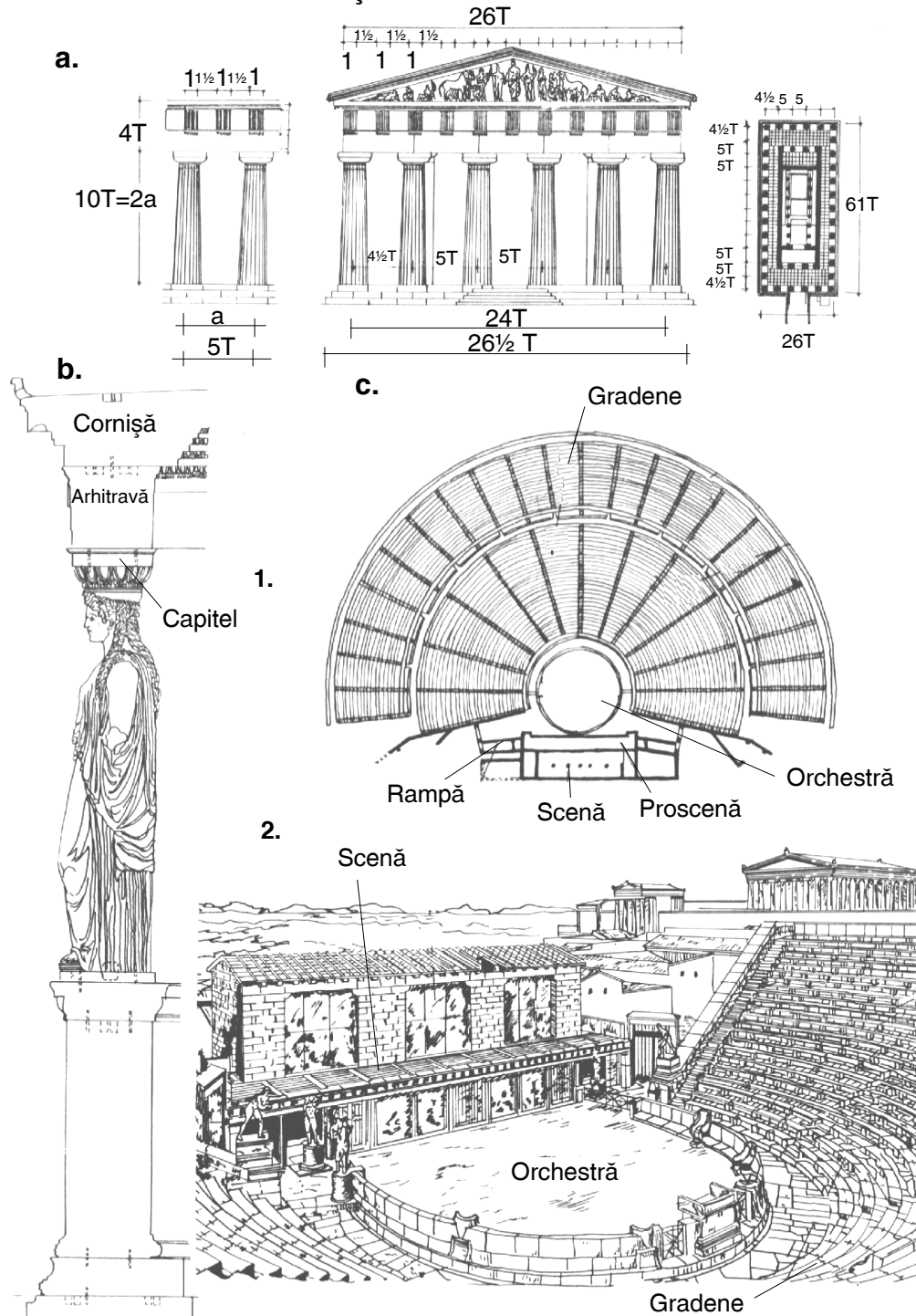


Fig. 5.5 a. Modularea în Grecia Antică. b. Cariatidă. c.(1,2). Teatrul Grec.

Aplicarea ordinelor depindea de caracterul pe care avea să-l primească edificiul; ordinul doric era adecvat templelor monumentale, pe când cel ionic interioarelor.

Scara umană. Grecii antici, pentru care zeii luau înfățișarea oamenilor cu acțiunile, reacțiile și sentimentele lor au creat o arhitectură fondată pe scară umană. Proportionalitatea clădirilor era legată de dimensiunile reale ale omului. Edificiile de dimensiuni monumentale (temple) având la bază scara umană creează o impresie tonică, de exaltare și eroism, fără nimic apăsător și copleșitor.

Modularea. Constructorii Greciei Antice au raportat toate dimensiunile edificiilor la o măsură de bază denumită modul (fig. 5.5). Ca modul principal pentru calcularea dimensiunilor templului doric, grecii foloseau lățimea triglifei (plăcuță cu șanțulețe verticale din componența antablamentului), iar la templul ionic modulul era diametrul inferior al coloanei. Modulul este întotdeauna în raport simplu cu dimensiunile tuturor elementelor templului. Proporțiile și formele edificiilor grecești, uimitor de simple și mărețe, izvorau din folosirea modulului ca mijloc artistic de compoziție. În afară de rolul său estetic, modulul avea și un rol tehnic bine definit și anume: dimensiunile elementelor de construcție din piatră se stabileau din timp, în funcție de modulul de bază, ca să poată fi tăiate și prelucrate la cariere, iar pe șantierul templului erau montate și

finisate. Constructorii Greciei Antice nu aplicau sistemul modular prin calcularea mecanică a tuturor dimensiunilor, ci stabileau raporturile (între înălțimea coloanei și diametrul, între intervalele coloanelor sau între înălțimea și lungimea arhitravei) în funcție de imaginea considerată ideală și efectul de armonie.

Corecții optice. Arhitecții nu se limitau la determinarea matematică a imaginii edificiilor, ci le aduceau corecții optice. Ei curbau suprafețele plane și liniile orizontale, pentru a nu părea concave în partea de mijloc, intensificând astfel senzația de elasticitate și forță. Coloanele marginale erau îngroșate (cu 5 cm) și înclinate (astfel, intercolonada de la colțuri se micșora), pentru ca lumina să nu le reducă aparent și să nu lase impresia de îndepărtare în evantai (din cauza efectului de perspectivă).

Teatrul. În Grecia Antică, teatrul ocupa un loc important, lucru evident și în capacitatea lui enormă (44 000 locuri) raportat la numărul cetățenilor liberi a Atenei - 90 000 (fig. 5.5). Această construcție de dimensiuni mari era concepută în aer liber cu gradenele așezate circular, pe panta naturală a colinelor, ceea ce reprezintă o soluție economică, privită comparativ cu cea a teatrelor cu infrastructură. Constructorii au asigurat o bună vizibilitate spre platforma circulară (orchestră) unde se desfășura spectacolul cât și spre pavilion (scenă) care servea drept fundal pentru acțiunea dramatică și

costumarea actorilor, dezvoltându-se ulterior într-un organism complex.

În teatrul grecesc guverna o acustică excelentă savant asigurată prin reflectoare: platforma gradenelor și peretele pavilionului. Pentru exemplificare zgomotul căderii unei monezi pe platforma teatrului se aude în ultimul rând al gradenelor.

5.3 PANTEONUL DIN ROMA ANTICĂ

Imperiul Roman rămâne în istorie cea mai mare putere militară și economică a Antichității. Perioada imperiului coincide cu o extindere considerabilă a granițelor (Marea Mediterană devine pentru romani o mare interioară) și cu o acumulare incommensurabilă de bogății provenite din teritoriile-provincii. În perioada imperiului arhitectura Romei Antice atinge apogeul. Ea era concepută ca o transpunere artistică a simbolului de forță dominantă, autoritate plenară și grandoare a acestui Imperiu. Aceasta va conferi construcțiilor Romei Antice un caracter spectacular. Construcțiile romane sunt de dimensiuni enorme, producând o impresie impunătoare. Influența religiei înregistrează o cădere în timpul Imperiului, ca urmare acestui fapt, atenția se îndreaptă în special spre monumentalele clădiri publice bazilici, amfiteatre, terme, (fig. 5.6).

Scara acestor construcții, privită comparativ cu aceea a edificiilor Greciei Antice, este una monumentală, suficientă sieși, ignorându-l pe om la care nu intenționează să se raporteze.

Monumentele romane au în schimb destinații utilitare, arhitecții adaptându-le cu precădere necesităților umane. Romanii acordă spațiului interior o importanță sporită. Edificiile din Roma Antică, de exemplu bazilica au multiple destinații: tribunal, loc pentru întruniri și discuții publice, bursă, hală de mărfuri.

Privind comparativ templul grec și bazilica romană se observă că constructorii Romei Antice deplasează coloanele din exterior în interior, conferindu-le înafara rolului de susținere a acoperișului unul de concepție spațială interioară.

Deosebit de construcțiile destinate spectacolelor din Grecia Antică, cele romane erau situate deasupra terenului, compuse dintr-un sistem de galerii boltite suprapuse, cu rol de susținere a gradenelor și de evacuare în timp scurt a spectatorilor (datorită numărului mare de ieșiri). Amfiteatrele atingând uneori capacități foarte mari (50 000 locuri-Colosseumul) erau destinate unor spectacole ce se bucurau de mare popularitate în Roma Antică ca: lupte de gladiatori, bătălii navale, lupte între condamnați și fiare sălbatice.

Sisteme de execuție. Materialele de construcție folosite de romani erau lemnul, cărămida nearsă, piatra, și betonul denumit concretum.

Betonul roman se realiza dintr-un amestec de nisip, apă și pământ vulcanic de puzzoli. Acest mortar nu se amesteca în prealabil ci se turna peste

Edificii din Roma Antică

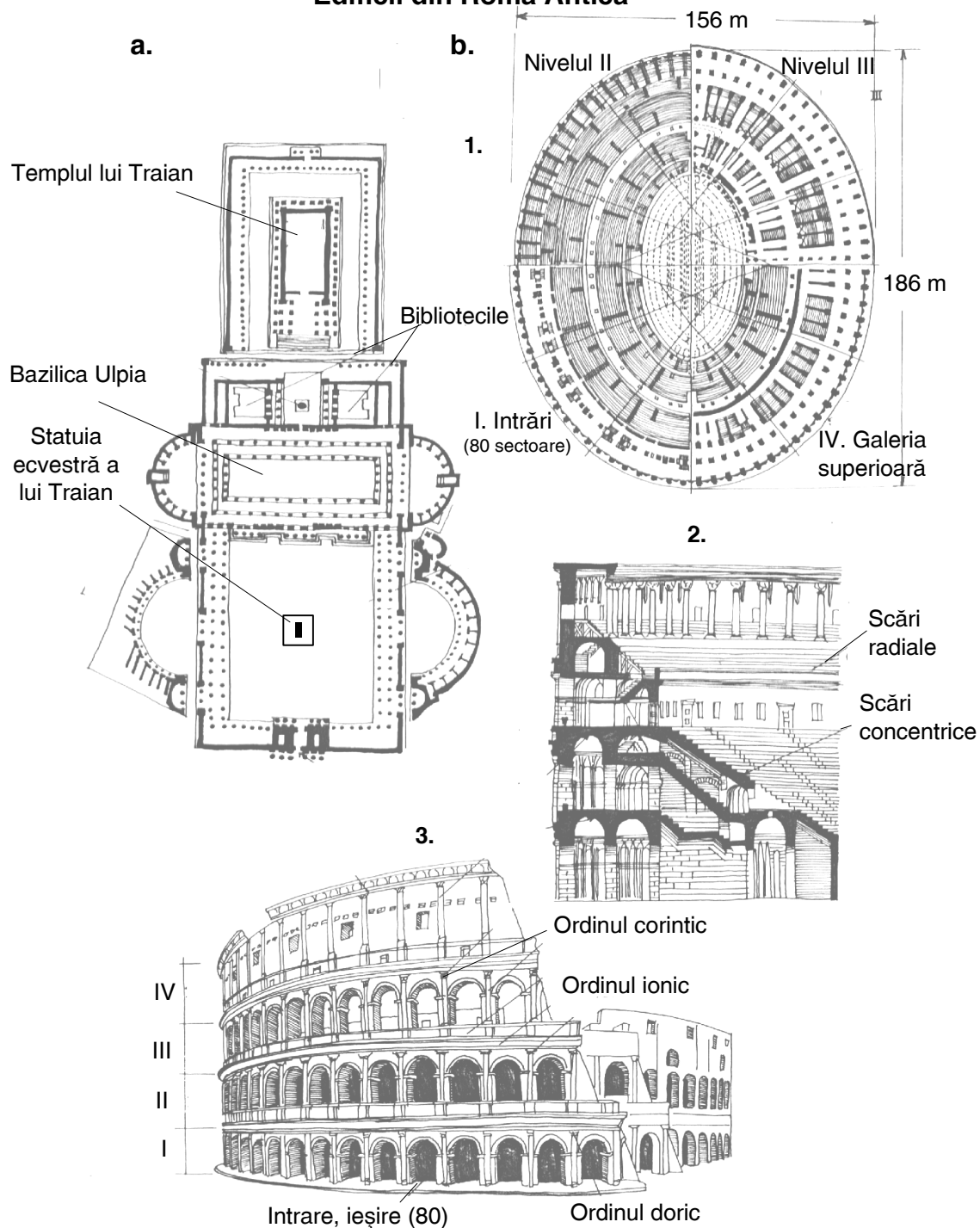


Fig. 5.6 Edificii din Roma Antică. a. Forumul lui Traian. b.(1,2,3). Colosseumul. Plan. Secțiune. Fațadă.

Panteonul din Roma Antică

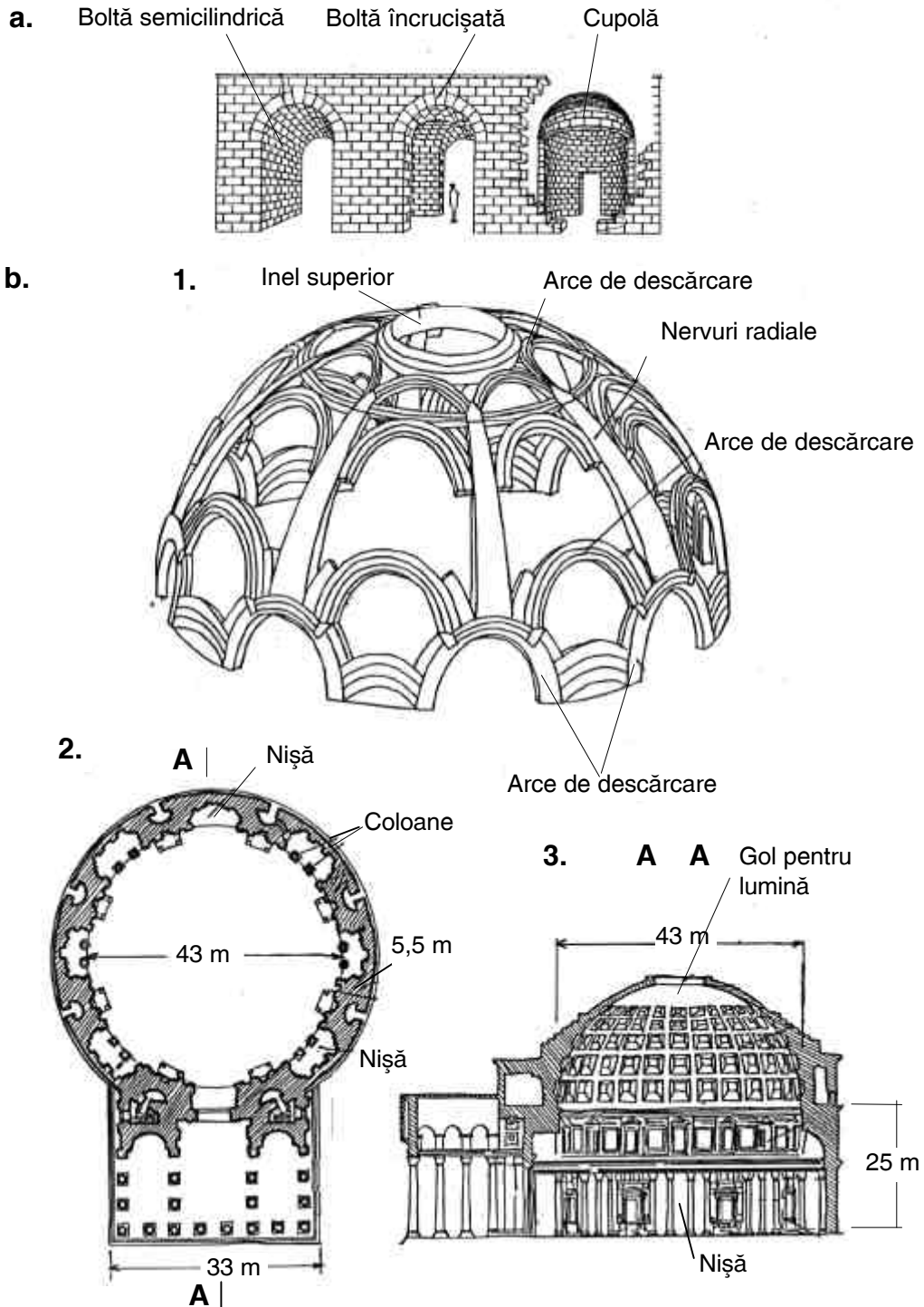


Fig. 5.7 a. Bolta din Roma Antică. b. Panteonul. Structura cupolei (1). Plan (2). Secțiune (3).

un strat de pietriș compactându-se cu maiul. Cofrajele se confecționau de obicei din elemente ceramice sau piatră lucrată. Deosebit de zidăria executată exclusiv din piatră, zidăria de beton placată cu piatră necesită o manoperă mai puțin calificată.

Folosind materialele în structuri, adecvate proprietăților lor romanii preiau și dezvoltă sistemul de boltire ale truscilor (fig. 5.7). Ca sistem de boltire se folosesc în Roma Antică: bolta semicirculară, bolta încrucișată și cupola emisferică. În comparație cu bolta semicirculară, care transmite sarcini la 2 ziduri longitudinale, permițând iluminarea prin frontoane, cea încrucișată, rezultată prin intersecția a 2 semicilindrii rezemând pe 4 puncte, asigură o iluminare corespunzătoare din toate direcțiile. Bolțile semicirculare se segmentează prin arce de cărămidă, formând o osatură rezistentă.

Cupola emisferică se descarcă într-un zid circular, iluminarea fiind asigurată de opeion un gol situat la partea superioară a cupolei.

Construcțiile din epoca Romei Antice, în special cele din timpul Imperiului, marchează un progres față de cele din Grecia Antică.

Constructorii Romei Antice au început să separe scheletul portant al construcției de elementele neportante și de umplutură; acest lucru aducea după sine folosirea rațională a mâinii de lucru calificate și economisirea de materiale.

Trecând de la structura de rezistență grindă-stâlp, specifică grecilor la

structura boltă-zid, romanii vor schimba aspectul spațiului interior, creând noi valențe de alcătuire a planurilor. Încep astfel să dea viață spațiului interior, componentă fundamentală a arhitecturii.

Panteonul. Construcție celebră a arhitectului-inginer Apolodor din Damasc, Panteonul este cunoscut și sub numele de templul tuturor zeilor (fig. 5.7).

Vestitul edificiu al Romei Antice și-a cucerit faima prin imensa cupolă ce acoperea o construcție circulară în plan (sistem constructiv folosit și în cazul acoperirii termelor). Cupola are un diametru de 43 m, iar deschiderea golului de la partea superioară are un diametru de 9 m prin mijlocirea unor nervuri zidite, sarcinile se transmit unor arce de decărcare, ce transmit, la rândul lor, încărcările din cupolă numai anumitor puncte ale zidului circular; restul porțiunilor de zid sunt subțiate, folosindu-se ca nișe.

În interior, cupola este acoperită cu 5 rânduri de casetoane, ce descresc pe măsură ce se înalță către centrul cupolei. Ele impun scara construcției. Dimensiunile cupolei sunt subliniate deopotrivă de împărțirea peretelui în două registre.

Zidul circular pe care reazemă cupola are înălțimea egală cu raza cupolei, astfel încât în spațiul interior al Panteonului se poate înscrie o sferă. Această formă de o deosebită claritate poate fi prinsă dintr-o privire. Cele 8 nișe mari extind suprafața interioară a

Panteonului, micșorând masa zidului circular. Coloanele ce separă nișele au drept scop restabilirea vizuală a unității dintre perete și spațiul de sub cupolă.

De la fundații până la partea superioară, Panteonul a fost turnat în straturi orizontale de beton roman, cu straturi intermediare de cărămizi: către partea superioară, balastru devine din ce în ce mai ușor, fiind construit numai din spumă de mare. Reducerea greutății proprii a agregatului și a secțiunii cupolei la partea superioară a determinat mărirea stabilității construcției. Lumina difuză, care pătrunde prin partea superioară a cupolei, realizează atenuarea policromiei elementelor decorative, a supraîncălcării cu decorații, a succesiunii de elemente liniare și curbe, dând o senzație de calm, echilibru și unitate compoziției arhitectonice.

5.4 BISERICA SF. SOFIA

Imperiul roman se împarte, la sfârșitul secolului al 4-lea, în Imperiul de răsărit sau Imperiul Bizantin cu capitala la Constantinopol și Imperiul de apus. În societatea bizantină, autoritatea absolută a împăratului era sprijinită de biserica creștină, ce deținea o poziție dominantă constituind cea de-a doua mare putere a Imperiului. Ca urmare a acestui fapt, arhitectura construcțiilor monumentale bizantine va preamări puterea împăratului și a bisericii. Constructorii bizantini au avut în vedere, la realizarea edificiilor de cult, organizarea spațiului interior, astfel

încât să corespundă cerințelor culturii creștine (bisericele bizantine concentrau mari mulțimi de credincioși). Drept urmare, forma exterioară va fi oarecum neglijată. Biserica bizantină era concepută pentru a servi nu numai ofierilor religioase, ci și întrunirilor publice.

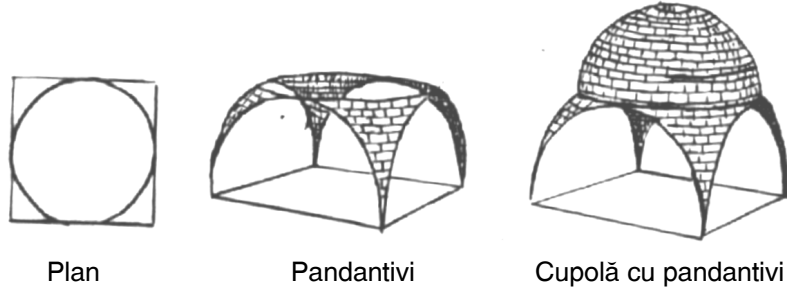
Sisteme de boltire. Zidăriile se realizau din cărămidă arsă, cu grosimea de 4-5 cm. Mortarul de var, cu o grosime egală sau mai mare ca a cărămizii, i se adaugă pentru mărirea rezistenței, cărămidă sfărâmată. Zidurile mixte folosite de bizantini erau executate din cărămidă (3-5 rânduri) alternând cu asize din piatră cioplită.

Preluată de la romani, tehnica boltirii se dezvoltă prin introducerea arcelor care se descarcă prin intermediul capitulurilor la coloane. Acest sistem conduce la separarea coloanei de antablament. Bolțile sunt construite din asize de cărămidă fără cofraje de susținere. Cele două arce diagonale ale bolții încrucișate bizantine sunt arce de cerc, în consecință intersecția arcelor diagonale (cheia bolții) este la o cotă superioară celei a cheilor celor 4 arce frontale.

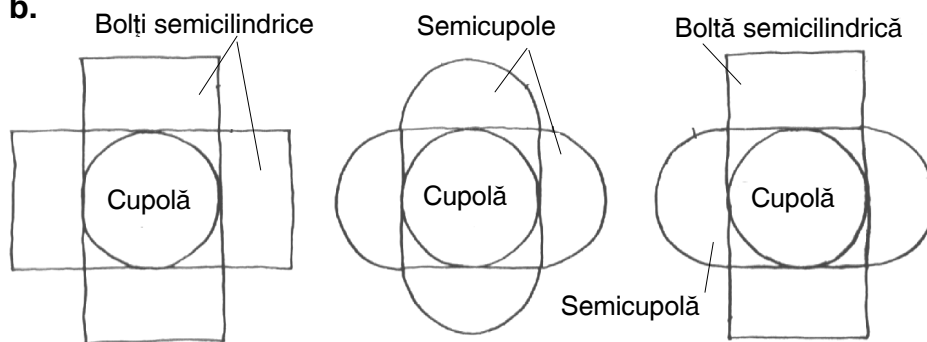
Cea mai importantă realizare a constructorilor de bolți bizantine a constituit-o acoperirea unui plan pătrat cu o cupolă prin intermediul pandantivilor (triunghiuri sferice). Planul pătrat este format din stâlpi de susținere, legați între ei prin arce de descărcare. Spre deosebire de cele

Cupola bizantină. Structura Bisericii 'Sf. Sofia'

a.



b.



c.

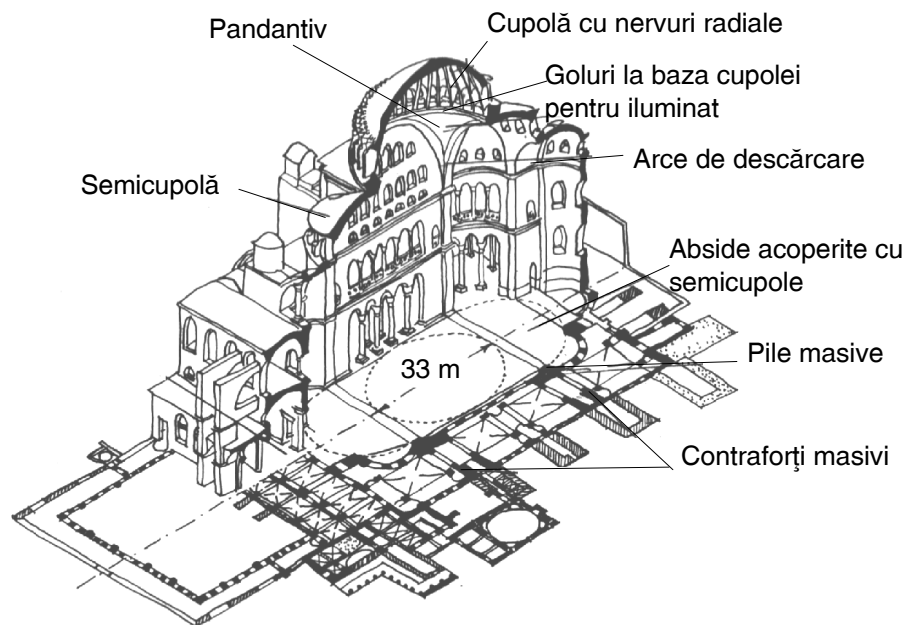


Fig. 5.8 Cupola bizantină. a. Alcătuire. b. Preluarea împingerilor.(boltzi semicilindrice, semicupole, boltzi semicilindrice și semicupole) c. Biserica Sf. Sofia

romane (la care iluminarea se face prin partea superioară), la cupolele bizantine iluminarea naturală se realizează prin ferestre amplasate la nașterea cupolei, între nervuri. La cupola bizantină se remarcă sistemul ingenios de preluare a împingerilor cupolei centrale prin semicupole sau bolți semicilindrice. Așezarea acestora în cele 4 direcții principale ale planului pătrat dă naștere unui plan sub formă de cruce greacă (cruce cu 4 brațe egale).

Biserica Sf. Sofia . Dacă la egipteni templele erau destinate unor procesiuni solemne, iar la greci și la romani erau considerate locuințe ale zeilor, la bizantini ritualul creștin se desfășura în incinta edificiului, în fața întregii comunități. În consecință, arhitecții bizantini vor fi preocupați de organizarea cu precădere a spațiului interior, preconizat a fi cât mai cuprinzător posibil (fig. 5.8).

Bisericele creștine sub formă de construcții centrale (bazilice cu cupolă), au în plan formă circulară, ortogonală sau pătrată. Caracteristica acestor construcții de tip central o constituie contrastul izbitor între partea centrală de mari dimensiuni iluminată de sus și restul edificiului, alcătuit din galerii de înălțimi reduse, slab luminate (destinate credincioșilor), ce înconjoară spațiul central.

La Constantinopol în secolul al 6-lea constructorii Anthemios din Tralles și Isodor din Milet vor concepe și construi biserica Sf. Sofia , simbol al puterii

centralizate a împăratului și a supremației bisericii creștine. Acest edificiu este unul din cele mai importante monumente ale arhitecturii mondiale. Planul dreptunghiular al acestui edificiu are drept nucleu un imens pătrat central, marcat de 4 stâlpi masivi. Pătratul central al bisericii este acoperit de o cupolă cu un diametru de 33 m (deschidere spectaculoasă și temerară pentru acele timpuri). Prin intermediul pandantivelor sferice cupola descarcă sarcinile pe arce care la rândul lor reazemă pe stâlpi masivi. Împingerile laterale ale arcelor de descărcare se anulează pe două laturi în semicupole, iar pe celelate două se echilibrează prin contraforturi masive, legați de stâlpii de susținere. Acest edificiu oglindește strălucit aplicarea sistemului constructiv, tipic construcțiilor bizantine stabilitatea edificiului e asigurată prin echilibrarea reciprocă a eforturilor din bolți.

Structura de rezistență a cupolei constă din nervuri radiale, care, la partea inferioară, se sprijină pe un inel întărit cu contraforturi (în dreptul nervurilor); la partea superioară, nervurile se întretaie în centrul cupolei. Iluminarea spațiului central al edificiului se face prin golurile dintre nervuri situate la baza cupolei. Cupola a fost realizată din cărămizi ușoare din tuf vulcanic.

Spațiul interior al bisericii Sf. Sofia a fost astfel decorat, pentru a atenua impresia de masivitate. Acest deziderat s-a realizat prin ornamentarea cu

mozaicuri a arcelor și a pandantivilor. Expresivitatea mozaicului bizantin este conferită de folosirea unui fond auriu, diversele pietre ale mozaicului distingându-se de la distanțe apreciabile. Aspectul strălucitor al acestui fond auriu, în special pe suprafețele curbate creează impresia de inimensurare.

În cazul acestui însemnat edificiu, fațadele exterioare sunt lipsite de elemente decorative - aceasta este, de altfel, o trăsătură tipică a arhitecturii bizantine timpurii și medii.

După cucerirea Constantinopolului de către turci, biserica devine moschee.

5.5. BOLȚILE ROMANICE

Denumirea improprie, de arhitectură romanică aparține istoricilor de artă din prima jumătate a sec al 19-lea; se consideră că arhitectura romanică ar avea legătură cu cea romană, iar termenul ce o denumește este specific popoarelor ce vorbesc limbi romanice. Arhitectura romanică s-a dezvoltat în general în țările europene catolice. Spre est și sud, expansiunea romanică este oprită de influența arhitecturii bizantine adoptată de țările ortodoxe. Arhitectura bizantină era din punct de vedere conceptual și tehnic, mult mai evoluată decât cea romanică. Arhitectura romanică s-a conturat l-a începutul trecerii de la feudalismul timpuriu la cel dezvoltat (sec. 11 și 12). În epoca romanică se naște orașul medieval și începe procesul de formare a statelor centralizate din apusul Europei.

Arhitectura romanică se dezvoltă sub imperiul a două dominante: feudalismul și biserica catolică. Aceasta din urmă devine o însemnată putere politică și ideologică a Evului Mediu, întreținând ideea că arta poate devini o adevărată biblie pentru analfabeți. Astfel biserica domină rigid întreaga viață culturală. Conceptele religioase își vor imprima pecetea asupra arhitecturii romanice. Constructorii romanici sunt preocupați de realizarea unui spațiu interior foarte încăpător și bine acoperit locul de desfășurare a ceremonialului religios era ales astfel, încât să concentreze atenția credincioșilor și să creeze atmosferă mistică.

Sisteme de execuție. Pereții edificiilor romanice, ce preiau împingerile bolților, au o grosime aprecibilă obținută de cele mai multe ori prin ridicarea a două rânduri de zidărie, spațiul dintre ele fiind umplut cu piatră sfărâmată. Bolta romanică se încadrează aceluiași tipuri, folosite și de constructorii Romei Antice: bolta semicilindrică și bolta încrucișată, simplă sau nervurată. Spre deosebire de bolta folosită în Roma Antică, bolta romanică era mai subțire, mai ușoară, având deasupra o șarpantă de lemn. Datorită acestui fapt, bolta avea muchii proeminente spre interior alcătuită din bolțari de piatră; împreună cu nervurile situate în lungul muchiilor proeminente, pentru fortificare, bolta creează o structură spațială. Privită comparativ cu bolta antică (rezultată din intersecția a doi cilindri de aceeași rază, obținându-

Edificii romanice

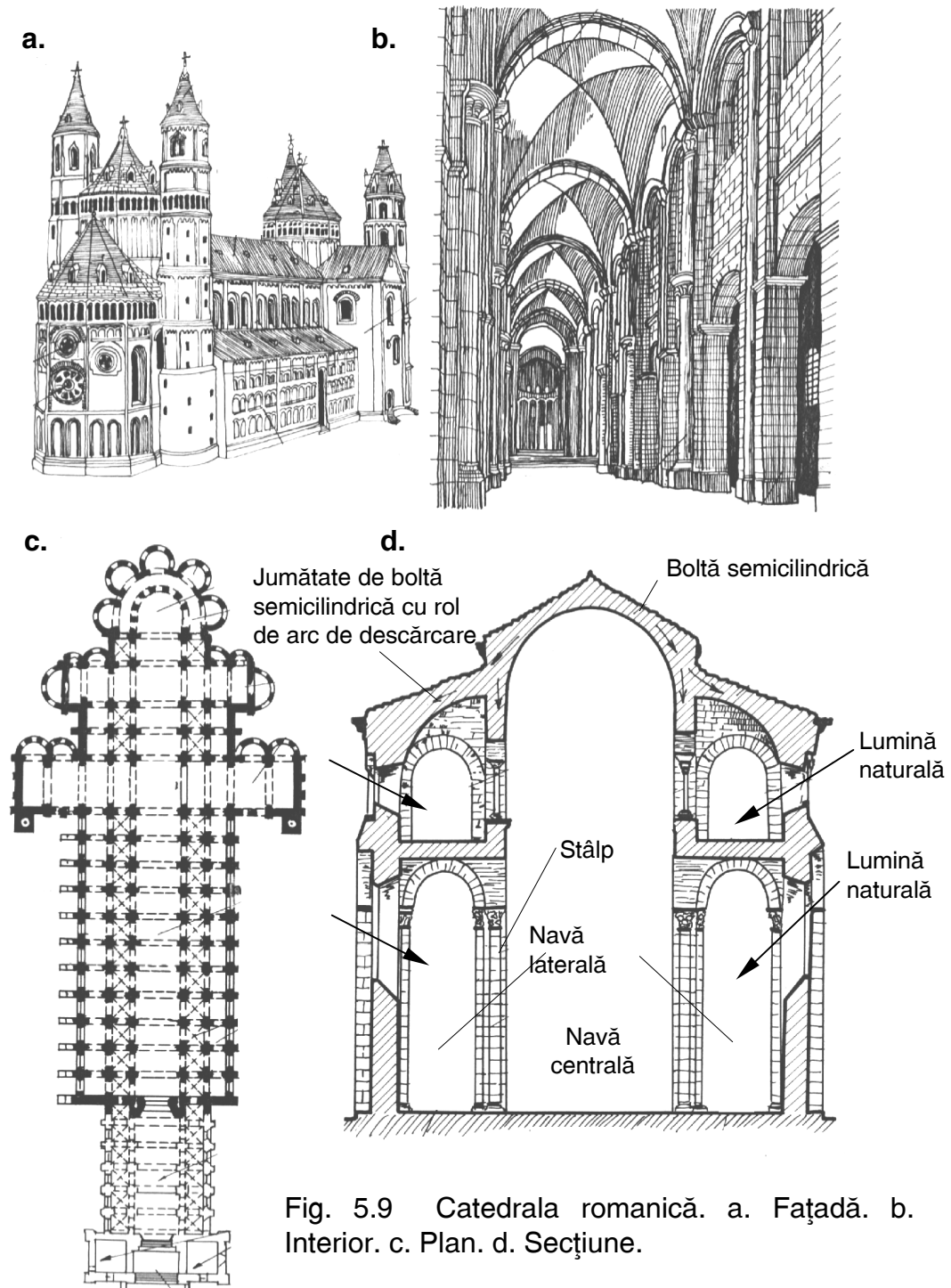
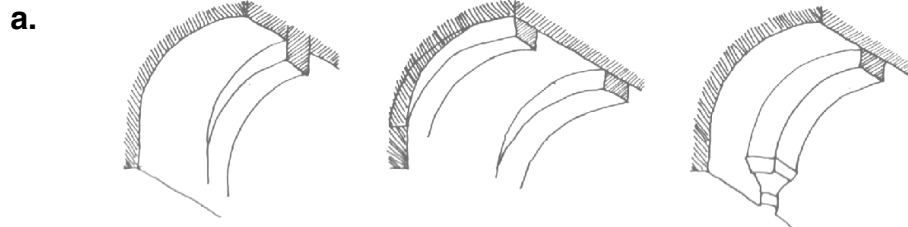


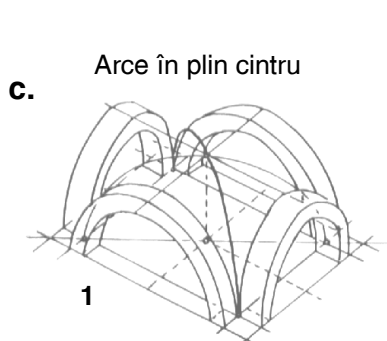
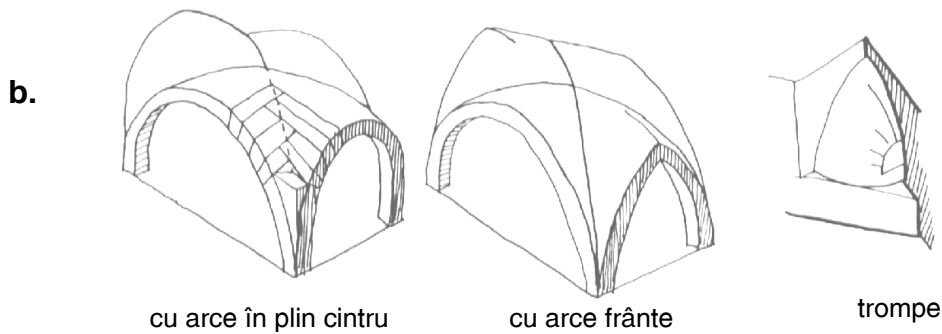
Fig. 5.9 Catedrala romanică. a. Fațadă. b. Interior. c. Plan. d. Secțiune.

Bolți romanice

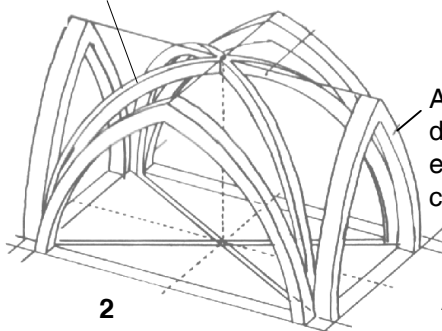
Bolți semicilindrice cu arce dublouri



Bolți încrucișate



Arce diagonale
semicirculare



Arce frânte
de capăt
egale două
câte două

Arce frânte

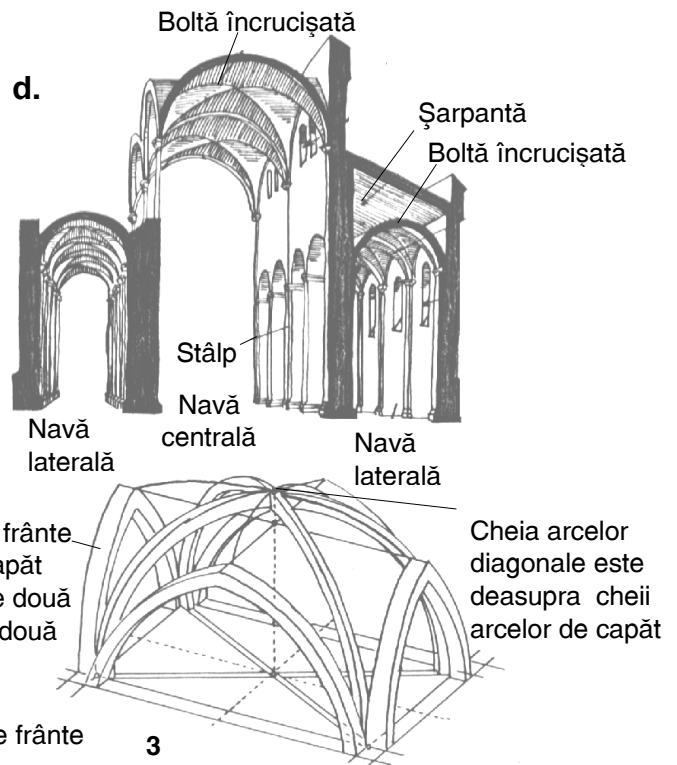


Fig. 5.10 a. b. Bolți romanice. c (1, 2, 3) Trasarea arcelor de capăt și diagonale. d. Bazilica cu bolți încrucișate

se 4 arce de capăt semicirculare egale între ele și două arce diagonale semieliptice, bolta încrucișată romanică are arcele diagonale semicirculare, pe când cele de capăt pot fi semicirculare egale între ele sau egale două câte două (cele opuse). Arcele diagonale în plin cintru implică supraînălțarea arcelor de capăt. Față de bolta semicilindrică, cea încrucișată e mai simplă, transmițând presiuni mai mici. Către sfârșitul perioadei romanice, alături de arcele în plin cintru apar arcele frânte (obținute din două arcuri de cerc) cu aceeași rază, trasate din centre diferite plasate pe aceeași orizontală), folosite la deschideri sporite. Acest arc permite traveelor mici să obțină aceeași înălțime pe traveele mari. Prin forma sa, arcul frânt este aparent mai ușor decât cel în plin cintru, pentru densități și volume egale. Aceste arce frânte marchează mai bine articulația de la cheie.

Împingerile bolților erau preluate la navele laterale de zidul portant masiv sau de zidul cu contraforturi. Aceste sisteme de boltire erau utilizate la edificiile religioase romanice.

Din punct de vedere al sistemului de acoperire, edificiile de cult romanice, se împart în construcții de tip hală și tip bazilică. Structurile tip hală cuprind sub același acoperiș nava centrală și cele colaterale. Împingerile bolții ce acoperă nava centrală sunt preluate de bolțile de deasupra navelor colaterale, îndeplinind rolul unui arc de descărcare, fiind așadar prototipul viitorului arc butant. Iluminarea întregului plan al edificiului

se face numai prin ferestrele laterale. Structura tip bazilică are nava principală mai înaltă decât cele colaterale, pentru a primi direct lumina naturală.

5.6. CATEDRALA GOTICĂ

Termenul impropriu de gotic , atribuit acestei arhitecturi medievale era sinonim cu barbar . Denumirea aparține artiștilor Renașterii Italiene, care considerau această arhitectură drept haotică și lipsită de armonie. Arhitectura gotică se conturează în perioada feudalismului târziu. Este perioada de creare a statelor centralizate din apusul Europei și unele orașe-republici independente (în Italia). Ca și în perioada romanică, preocupările științifice sunt practic inexistente. Orice concluzie cu caracter științific, fie și sporadică ce contrazice textele biblice e curmată de Inchiziție.

Sisteme de execuție. Acumularea cunoștințelor legate de tehnica construcțiilor va conduce la apariția breslelor pe specialități, alcătuite în special din meșteri laici.

Edificiile gotice vor oglindi, de altfel, pătrunderea gândirii raționale în tehnica construcțiilor. Tehnica prelucrării pietrei, va atinge un nivel neobișnuit, atât în confecționarea ornamentelor cât și a elementelor constructive propriu-zise. Pătrunderea gândirii raționale în concepția edificiilor este evidențiată de tendința de reducere a greutateii bolților și zidurilor. Această ușurare a construcției va conduce la economii

Catedrala gotică

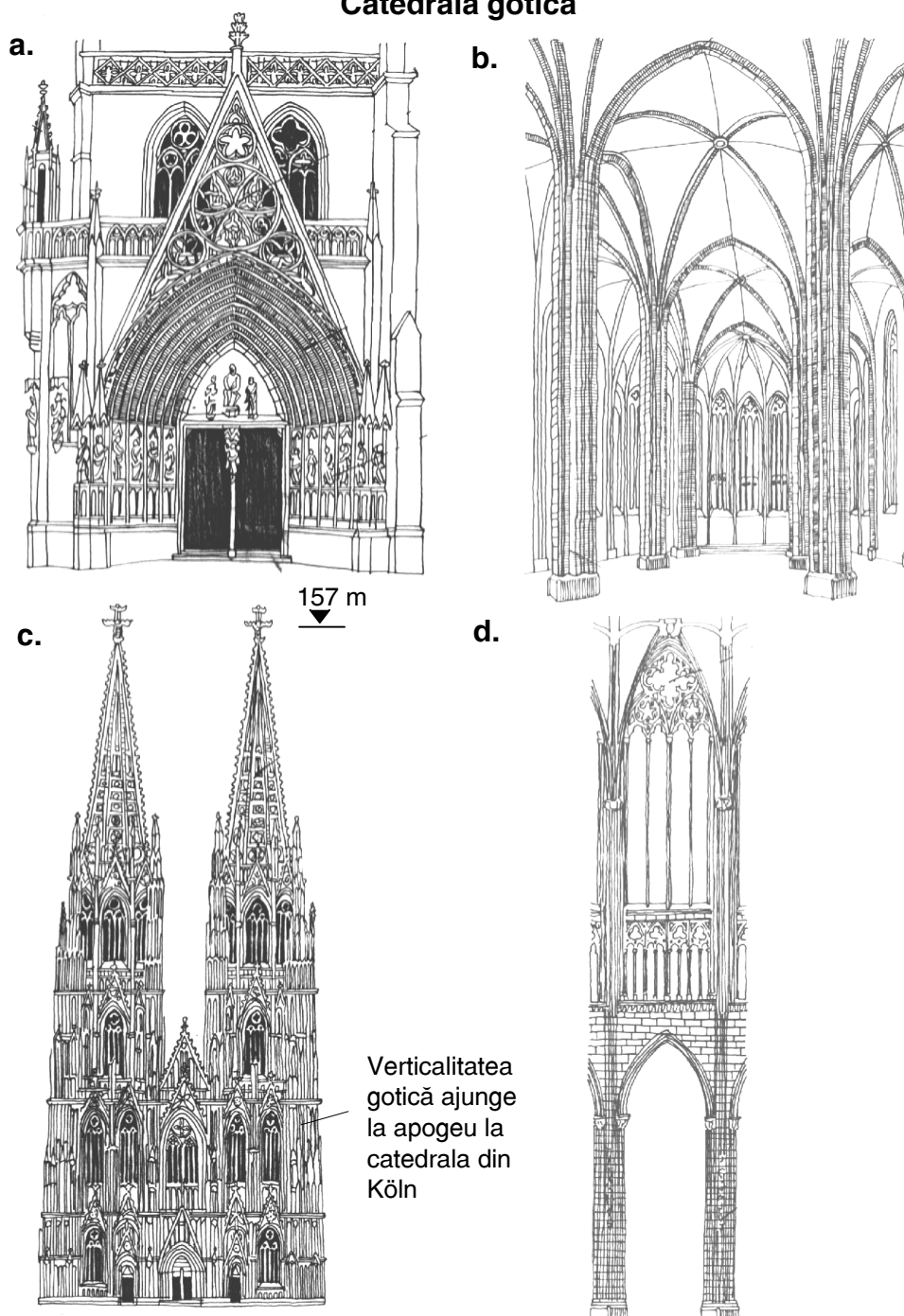


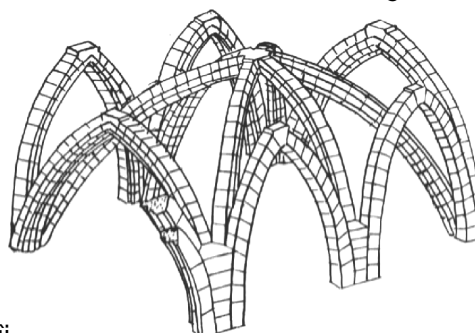
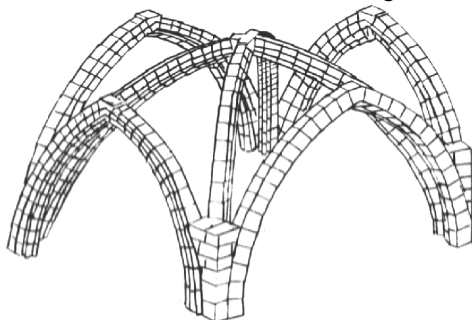
Fig. 5.11 Catedrala gotică. a. Portal. b. Interior. c. Faşadă. d. Vedere longitudinală a navei centrale.

Sisteme de execuție gotice

a.

1. Structura sistemului nelegat.

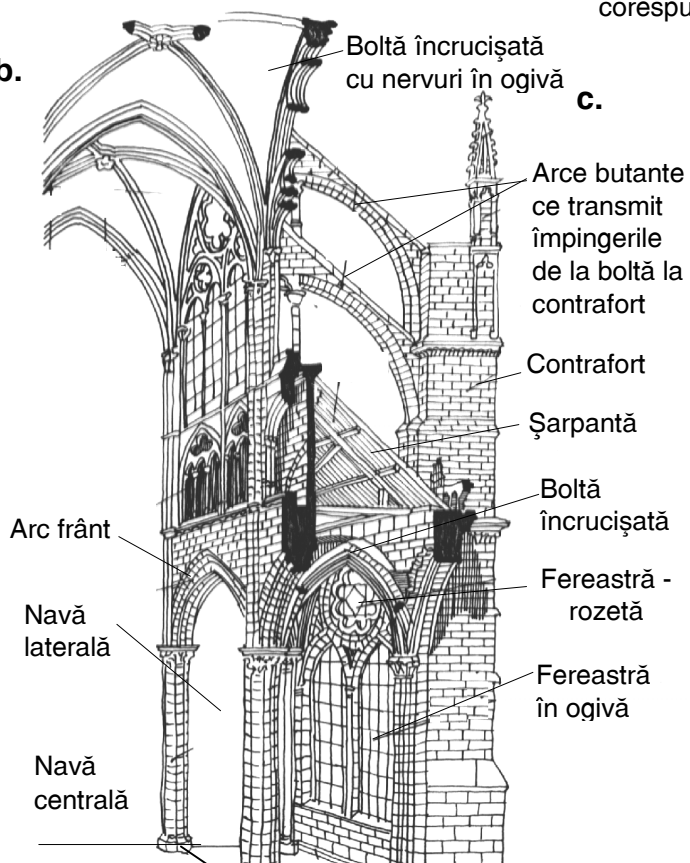
2. Structura sistemului nelegat



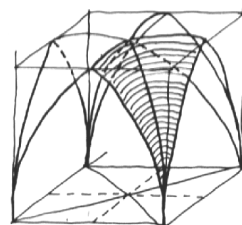
Unei travei dreptunghiulare a navei centrale îi corespunde o travee pătrată a navelor laterale

Unei travee pătrate a navei centrale îi corespund două travee pătrate ale navelor laterale

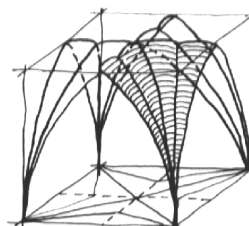
b.



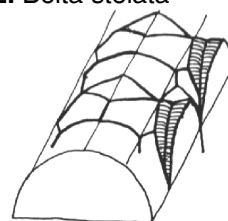
c.



1. Boltă încrucișată



2. Boltă stelată



3. Boltă tip plasă

d.

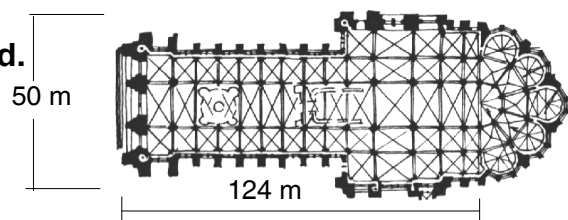


Fig.5.12 Catedrala gotică. a (1, 2). Structura arcelor în ogivă. b. Secțiune. c (1,2,3). Boltă gotică. d. Plan

însemnate de material, spațiu și manoperă.

La construcțiile gotice sistemele de execuție folosite pentru acoperire sunt bolțile subțiri, cu panouri și nervuri susținute de coloane. Împingerile laterale sunt preluate de contraforturi și arce butante. Pentru folosirea acestor sisteme de preluare a împingerilor laterale, zidul foarte gros din perioada romanică este înlocuit cu un schelet, zid subțire neportant și o suprafață mare vitrată. La unele catedrale pe unele porțiuni zidul dispare, rămânând numai scheletul și sticla vitrată. Suprafețele mari de sticlă vitrată au dus la realizarea unei impresii spectaculoase de continuitate între interiorul și exteriorul edificiului, ceea ce constituie una din caracteristicile spațiului gotic.

Bolțile gotice acoperă travee dreptunghiulare sau pătrate, cu laturi ajungând până la 12-16 m., bolțile au structură nervurată. Nervurile sunt alcătuite din arce frânte în ogivă, întretăiate, ce preiau eforturile de la panourile de piatră și le repartizează în cele patru unghiuri. Traseul nervurilor se caracterizează prin arcul diagonal, arcele de capăt și prin arcele dublouri. Uneori există o diferență între înălțimea ogivelor diagonale și arcele de capăt, astfel încât bolta cu muchii tinde să devină o cupolă nervurată, fasonată în formă de stea (bolta sexpartită) prin adăugarea unei nervuri suplimentare, de piatră. Sporirea numărului de nervuri duce la o micșorare a suprafeței panourilor bolții ceea ce determină

acoperirea unei suprafețe mari sau, spre sfârșitul perioadei gotice, formarea unui fastuos motiv decorativ.

Bolta încrucișată, cu nervuri în ogivă prezintă avantajul că poate alcătui și alte forme în plan decât cea dreptunghiulară sau pătrată - forme triunghiulare, poligonale. Bolta încrucișată nervurată va deveni, în perioada gotică, bolta sexpartită (stelată), pentru ca în cele din urmă să se transforme în boltă-evantai. Nervurile bolților gotice se executau din piatră cioplită iar panourile de boltă din zidărie de cărămidă ușoară. Se cuvine semnalat faptul că meșterii gotici dețineau înalte cunoștințe de tehnica stereotomie, îmbinând perfect criterii geometrice, statice și estetice.

Ca elemente portante ce transmit încărcările de la bolți, constructorii din perioada gotică au folosit pila (stâlp interior), arcul butant și contrafortul. Pila evoluează de la secțiune simplă (circulară) la secțiuni mai complicate, incluzând și colonetele (prelungirile nervurilor bolții).

Elementul într-adevăr original, inventat din necesitate, al constructorilor gotici, este arcul butant, care asigură echilibru bolților înălțate pe pile. El transmite împingerile laterale de la boltă la contrafort. La început, arcul butant era amplasat în acoperișul însuși al navei laterale, apoi s-a degajat de masa lui, pentru ca, în cele din urmă să se înalțe izolat în spațiu, participând la estetica centrală a catedralei. Pentru o mai mare eficacitate constructorii gotici

înlocuiesc arcul unic prin două arce amplasate deasupra și dedesubtul zonei de împingere. Ca o consecință a acestei evoluții a arcului butant, secțiunile pilelor se micșorează, iar înălțimea lor crește; totodată, va crește corespunzător suprafața de sticlă vitrată în dauna zidului exterior. Contraforturile care primesc împingerile arcelor butante sunt picioare masive din zidărie așezate în exteriorul zidurilor perimetrare.

Catedrala gotică este programul principal al arhitecturii gotice fiind biserica ce adăpostește jilțul episcopal. Prin reducerea secțiunii elementelor de susținere (pile), prin sporirea înălțimii navei centrale și prin decorația bogată clădirile catedralelor gotice se remarcă printr-o subliniată tendință spre verticalitate. Aceste edificii, ce serveau drept loc de oficiere a cultului și drept sediu al reuniunii politice și festive organizate de rege, erau constituite cu sprijinul întregii colectivități a orașului medieval. Datorită proiectelor extrem de ambițioase, lucrările de construcții ale catedralelor gotice depășeau, în timp, o generație extinzându-se vreme de 2-3 secole.

Planul catedralei gotice are formă de cruce latină. Tipurile de secțiune transversală folosită de constructorii gotici sunt aceleași din perioada romanică: bazilica și biserica tip hală. Contrastul dintre dimensiunile pe verticală și orizontală ale spațiului interior constituie una dintre caracteristicile catedralelor gotice.

Accentuarea acestui raport între dreptunghiul secțiunii transversale sau longitudinale și dreptunghiul planului va crea diferențele de înălțime, ce se fac simțite la diferite edificii gotice. De menționat că acest contrast va crește cu atât mai mult cu cât înaintăm spre nord, spre Germania. Edificiile gotice îmbină cele două direcții: cea verticală (dominantă la templele egiptene) și cea orizontală (caracteristică bazilicilor bizantine). Catedrala gotică este edificiul unui mit, deoarece nu este construită la scară umană (contrastând cu templul grecesc), așadar va degaja o impresie de măreție copleșitoare asupra privitorului.

5.7. MĂNĂSTIRILE DIN MOLDOVA

În epoca lui Ștefan cel Mare și Petru Rareș, în Moldova s-au înălțat cele mai numeroase și reprezentative monumente de arhitectură medievală al căror specific local se afirmă riguros, astfel încât, sub aspectul originalității, formele stilistice nu-și găsesc nicăieri analogii. În această perioadă de puternic avânt economic, târgurile Moldovei s-au înmulțit și conturat ca așezări urbane autonome. Intensa activitate în domeniul clădirilor de cult și caracterul specific al operelor arhitectonice se explică tocmai prin dezvoltarea meșteșugurilor și recrutarea unui număr din ce în ce mai mare de meșteri autohtoni.

Sisteme de execuție. Zidurile, care definesc planul mănăstirilor

Sisteme de execuție la mănăstirile din Moldova

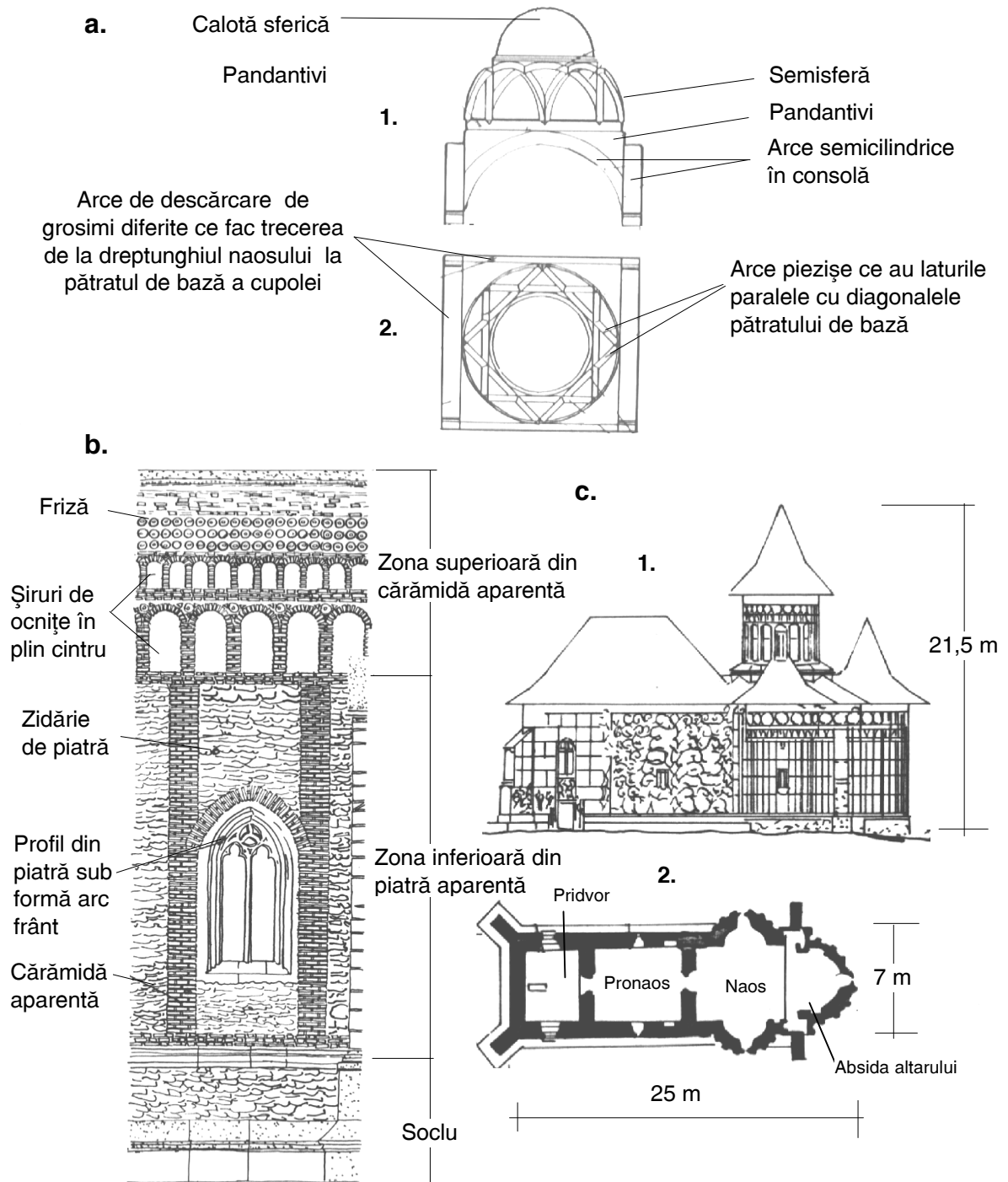


Fig.5.13 Mănăstirile din Moldova. a (1,2). Sisteme de boltire. b. Detaliu fațadă. c (1,2). Fațadă. Plan.

Mănăstirile din Moldova. Alcătuire. Sistem de boltire

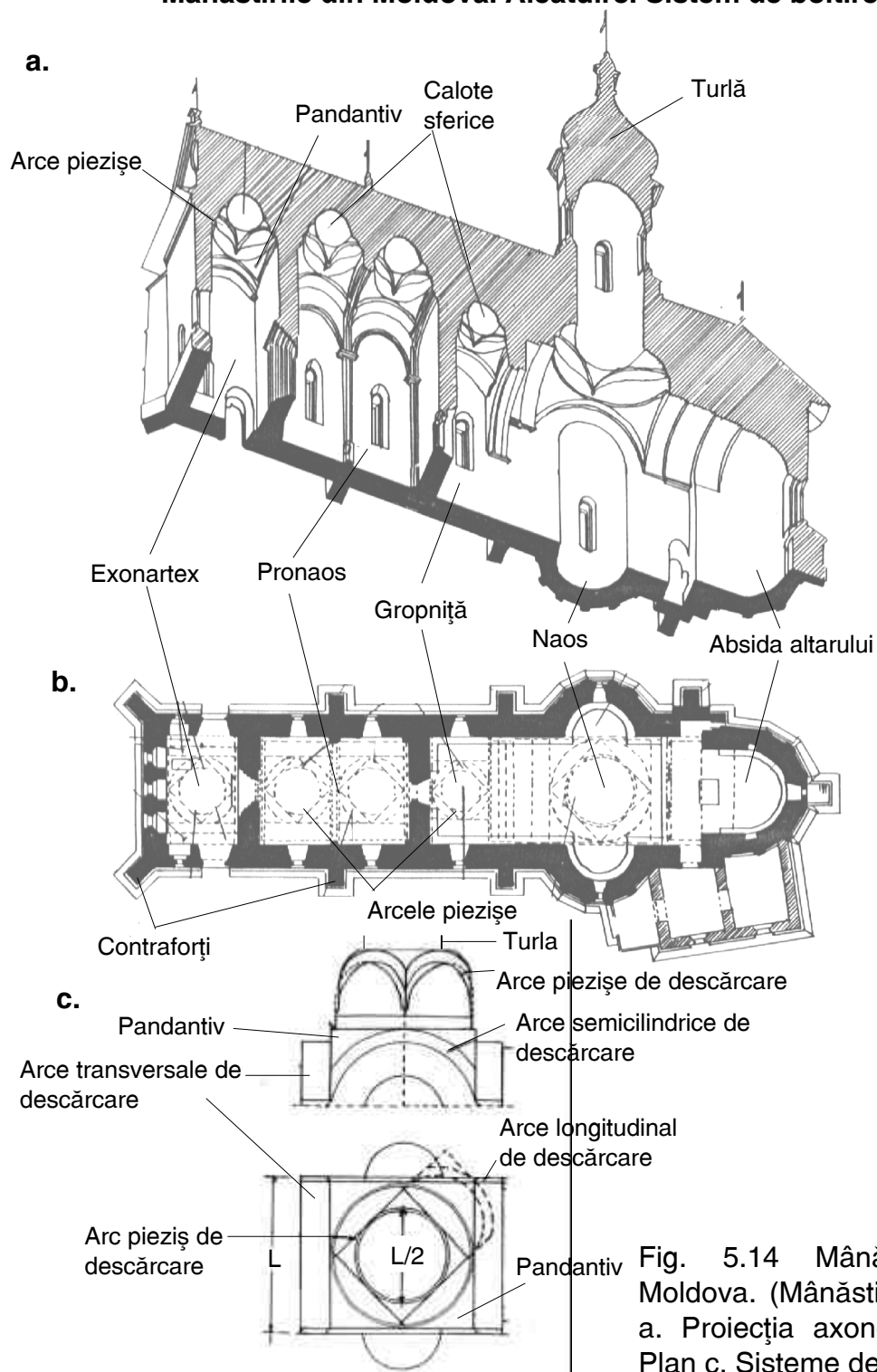


Fig. 5.14 Mănăstirile din Moldova. (Mănăstirea Neamț)
a. Proiecția axonometrică b. Plan c. Sisteme de boltire

moldovenești sunt alcătuite din: miez și fețe (interioară și exterioară). În componența miezului intră: piatra spartă, piatra de râu și cărămida, legate cu mortar. Prinse intim de miez, fețele exterioare erau la început din material aparent iar apoi în timpul lui Petru Rareș erau tencuite și acoperite cu fresce. Interiorul era acoperit complet cu fresce. Piatra și cărămida care alcătuiau paramentul zidului, erau puse în operă astfel: prima parte a zidului (2/3 din înălțime) sub planul de naștere al bolților, era alcătuită din piatră; a doua parte a zidului (1/3 din înălțime), ce susținea numai acoperișul, fiind protejat de o streășină proeminentă, era confecționată din cărămidă. Ultima treime a zidului juca un rol hotărâtor în plastica de ansamblu a monumentului.

Bolțile moldovenești se impun ca un sistem constructiv deosebit de original prin care constructorii moldoveni au rămas neîntrecuți. Comparativ cu soluțiile bizantine și gotice, conform cărora împingerile bolților erau preluate de pile masive interioare sau contraforturi exteriori, constructorii din Moldova au urmărit să păstreze partea de jos a clădirii fără nici un fel de obstacol. Datorită grosimii mari a zidurilor și a deschiderilor mici bolțile nu au nevoie de puncte de sprijin intermediare. Descriem mai jos cele mai ingenioase sisteme de boltire folosite de constructorii români.

- Patru arce în plin cintru, construite în consolă și făcând corp comun cu zidăria

pereților, vor duce la transformarea dreptunghiului încăperii (naosului) în pătrat. Aceasta se realizează prin introducerea arcelor inegale ca grosime: cele două în direcții transversală a încăperii sunt foarte late (100-120 cm). Pe aceste patru arce se ridică același număr de pandantivi (ce fac trecerea de la planul pătrat la cel circular), pe care se înalță un scund tambur cilindric. În interiorul acestui tambur vertical, sunt înscrise patru arce în plin cintru dispuse pieziș (arcele paralele cu diagonalele pătratului determinate de cele patru arce mari). Deasupra acestor arce se construiește turla, a cărei lățime era egală cu jumătate din lățimea naosului. Ingeniozitatea sistemului de boltire constă în aceea că transformă planul dreptunghiular în unul pătrat, iar pe acesta în unul circular, înlăturând la bază orice punct de sprijin, ce ar incomoda circulația sau vederea și înlăturând în același timp lățimea golului, pentru a da zveltețe turlei.

- Alt sistem de boltire cu o notă mai subliniată de originalitate pornește de la cele patru arce în plin cintru în consolă și de la cei patru pandantivi, deasupra cărora se ridică un foarte scurt inel cilindric. Deasupra acestuia sunt situate o semisferă și opt arce în plin cintru, egale. Intersectându-se cu o sferă și între ele acestea iau aspectul unei împletituri stelate, nervurate. Arhivoltele nervurilor stelate generează, în partea de sus o prismă ortogonală peste care, sprijinită de opt pandantivi, se înalță o calotă sferică.

Mănăstirea moldovenească. În vederea ridicării lor, constructorii trebuiau să conceapă încăperi necesare adăpostirii unui număr relativ mic de oameni, urmărind totodată ca edificiul să capete un aspect monumental.

Planul bisericii moldovenești era alcătuit conform ceremonialului și ritualului cultului ortodox: încăperea altarului, naos, pronaos, completat uneori cu pridvor și grovniță (camera mormintelor). Interiorul mănăstirilor moldovenești degajă o atmosferă calmă cu o nuanță de mister realizată prin slaba iluminare și frescele cu caracter religios. Ferestrele au fost încadrate cu chenare din piatră prelucrată cu elemente arhitectonice de influență gotică. Ușa este încadrată de un chenar dreptunghiular din piatră, decorat cu două sau trei mărgeli verticale având o combinație de elemente gotice și de stil renascentist.

Fațadele bisericilor moldovenești constituie un exemplu de artă și logică constructivă ca și de un remarcabil bun gust. Cele două părți ale zidului înconjurător, de fațadă sunt tratate diferit. Partea de jos (2/3 din înălțime) o suprafață de piatră aparentă, cu aspect aparent neregulat are numai câteva accente cu caracter decorativ: profile de soclu, coronamente de contraforturi, chenare de uși și ferestre. Soclu, înalt, proeminent, este compus

din două profile simple, suprapuse, despărțite de o fâșie de zidărie executată din piatră brută. Profilul de jos, tratat ca o învelitoare cu pantă lină, sugerează ideea unei bănci continue.

Ultima treime a zidului exterior este executată din cărămidă aparentă. Acesta se compune din șiruri suprapuse din mici firide oarbe (ocnițe) și o friză lată cu două, trei șiruri de discuri de teracotă divers colorată și smălțuită. Fațadele sunt fragmentate de contraforturi, la început decorative din piatră fățuită, apoi pictate, ca și restul fațadei.

Acoperișul edificiilor de cult moldovenești este elementul care influențează în cel mai înalt grad aspectul global al monumentului. Cele două tipuri de acoperiș sunt: cel unitar, al bisericilor cu plan drept, cu pante mari, având înălțimea aproximativ aceeași cu a trupului bisericii, și cel al bisericilor cu turlă, fragmentat în volume egale cu părțile esențiale din plan.

Frescele de pe pereții exteriori, executate în perioada lui Petru Rareș îmbracă pereții de la soclu până la streășină. Zugrăvelile exterioare au rezistat peste veacuri tuturor intemperiilor. Procedul zugrăvirii totale de o valoare tematică și artistică remarcabilă conferă mănăstirilor din Moldova un caracter întru totul deosebit, unic în întreaga lume.

COORDONAREA MODULARĂ

6.1 GENERALITĂȚI

Coordonarea dimensiunilor unei clădiri este un sistem unitar ce stabilește dimensiunile elementelor de construcții și instalațiilor aferente. Acest sistem unitar de dimensionare se realizează în faza de concepție a clădirii.

Folosirea coordonării dimensionale creează condiții favorabile introducerii în concepția clădirilor a execuției industrializate a elementelor de construcții. În vederea optimizării acestei activități, este necesară o unificare, dar și o limitare a numărului de dimensiuni utilizate în execuția clădirilor (a fabricatelor cărămizi; fâșii de planșeu, panouri mari). Acest lucru va determina realizarea unui număr redus de tipuri de elemente prefabricate, ceea ce poate conduce, de

exemplu, la re folosirea cofrajelor de un număr mai mare de ori.

Istoric. De-a lungul istoriei, omul a încercat să creeze un sistem de măsurare a dimensiunilor obiectelor realizate de el, prin utilizarea ca unitate de măsură, a diferitelor părți ale corpului uman (pas, picior, cot, cap). Dimensiunile unui obiect se percep mai bine dacă se compară cu cele ale omului. Pentru ca obiectele din jurul nostru să aibă măsura omului, care le folosește, este necesară cunoașterea dimensiunilor medii ale corpului uman, dar și spațiul ocupat de om în diferite mișcări și poziții.

Din cele mai vechi timpuri au existat reguli de proporționare a corpului uman, astfel, s-au stabilit relații între dimensiunile diferitelor părți ale corpului uman. În secolul trecut, Neufert a stabilit o relație între subansamblurile corpului uman și secțiunea de aur, dreptunghi

cu laturile m și M ce satisface raportul $m/M = M/(m+M)$. Altă regulă de proporționare a corpului uman, bazată pe secțiunea de aur, este introdusă de Le Corbusier și denumită modulator (dimensiunea de bază a modulatorului este 1,829).

Sistemul metric utilizat în prezent pe plan internațional a avut ca definiție a unității de măsură, la începutul secolului 19 metrul ca a zecea milioana parte din lungimea sfertului meridianului terestru, ca după un secol să fie definit ca lungimea prototipului internațional din platină și iridiu metrul etalon.

6.2. COORDONAREA MODULARĂ

Este operația de aplicare a unui sistem unitar de dimensionare a construcțiilor în ansamblu și a elementelor componente pe baza unei unități de lungime aleasă arbitrar, denumită modul de bază. Acesta se notează cu M și are valoarea în sistemul metric $M = 100 \text{ mm}$.

Coordonarea modulară se realizează prin utilizarea modulilor derivați: multimoduli și submoduli.

Multimodulii sunt multipli ai modulului de bază ($n.M$). Valorile acestora pentru clădiri civile sunt date pentru dimensiunile de coordonare modulară în plan orizontal: 3M, 6M, 12M, 15M, 30M și 60M iar în plan vertical pentru construcțiile de locuințe, se recomandă 26M...30M pentru înălțimea nivelurilor și 20M...28M pentru lumina încăperilor. Valorile pentru dimensiunile de coordonare modulară în

plan orizontal sunt destinate dimensionării elementelor de construcții, ansamblurilor de elemente și spațiilor clădirilor.

Submodulii sunt valori fracționate ale modulului de bază (M/n , n număr întreg). Submodulii ($M/2$, $M/4$, $M/5$, $M/10$, $M/20$, $M/50$, $M/100$) se utilizează la dimensionarea, de exemplu, a unor materiale de construcții (plăci ceramice sau din piatră naturală), grosimea unor elemente.

Coordonarea modulară se utilizează la concepția clădirilor și, în special, la elaborarea proiectelor construcțiilor tipizate, realizate total sau parțial din elemente prefabricate.

Coordonarea modulară nu se poate folosi la clădiri ce se restaurează sau la elemente de construcție cu forme neregulare sau curbe.

Coordonarea modulară se aplică în proiectarea de arhitectură, structuri de rezistență și de instalații. Stabilirea dimensiunilor se face prin coordonarea reciprocă a două condiții contradictorii, cea impusă de producția industrială, care cere un număr minim de produse tipizate, și cea cerută de proiectarea de arhitectură, care necesită un număr sporit de variante pentru clădiri

Sistem spațial de referință este o rețea de plane perpendiculare, care împarte volumul clădirii în cuburi cu echidistanță modulară (M sau nM) care poate fi aceeași pe cele trei direcții sau diferită. Rețeaua modulară rezultă din intersecțiile planurilor de referință (planuri modulare).

În proiectele de construcții (planuri, secțiuni) se indică proiecțiile orizontale și verticale ale rețelei modulare.

Dimensiuni modulare de coordonare sunt distanțele între planurile modulare (trame) și pot fi de mai multe categorii: principale, secundare și de detaliu fig. 6.1

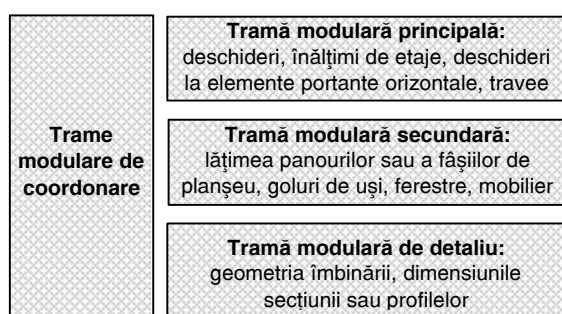


Fig. 6.1 - Schema tramelor modulare

Elementele structurii de rezistență (pereți, stâlpi, grinzi) se localizează prin pozițiile reciproce între elemente și tramele modulare ale clădirii. Trama modulară principală este continuă pentru toată clădirea, rețeaua ei de linii corespunde elementelor structurii de rezistență (fig. 6.2).

În cazul elementelor pentru pereți (blocuri, panouri înguste), pentru planșee (fâșii), pentru fațade (parapeți, șpaleti) acestea se localizează în direcția reazemelor, în raport cu trama principală, iar în direcția alcătuirii, în raport cu trama secundară.

În vederea localizării unui element de construcții, planurile modulare pot fi:

planul axial, ce coincide cu planul median geometric sau paralel cu acesta și/sau planul limită ce delimitează un spațiu modular sau o zonă neutră. În unele cazuri, elementul de construcție, de exemplu, panoul prefabricat de perete exterior, poate depăși planul limită datorită necesității asamblării cu elementul alăturat (concepția îmbinării).

Coordonarea dimensiunilor elementelor de construcție. Elementele de construcții, în special la cele prefabricate, se condiționează reciproc în alcătuirea unei clădiri. Acest lucru se realizează funcție de poziția pe care o are elementul prefabricat și raporturile de vecinătate cu alte elemente, condiționate de asamblare sau îmbinare (fig. 6.2).

Coordonarea dimensiunilor elementelor prefabricate se realizează pentru dimensiunile dintre planurile limită, care pot fi definite de dimensiunile elementelor planșeelor, panourilor de fațadă etc.

Dimensiunea de coordonare a elementelor de construcții este marcată ca distanța între planurile limită. Dimensiunea de fabricație a elementului de construcție se stabilește funcție de îmbinarea cu elementele alăturate (fig. 6.2.II).

La stabilirea acestei valori, se ține seama de cerințele geometrice, tehnologia de confecționare, montaj și de valorile toleranțelor.

Coordonare modulară

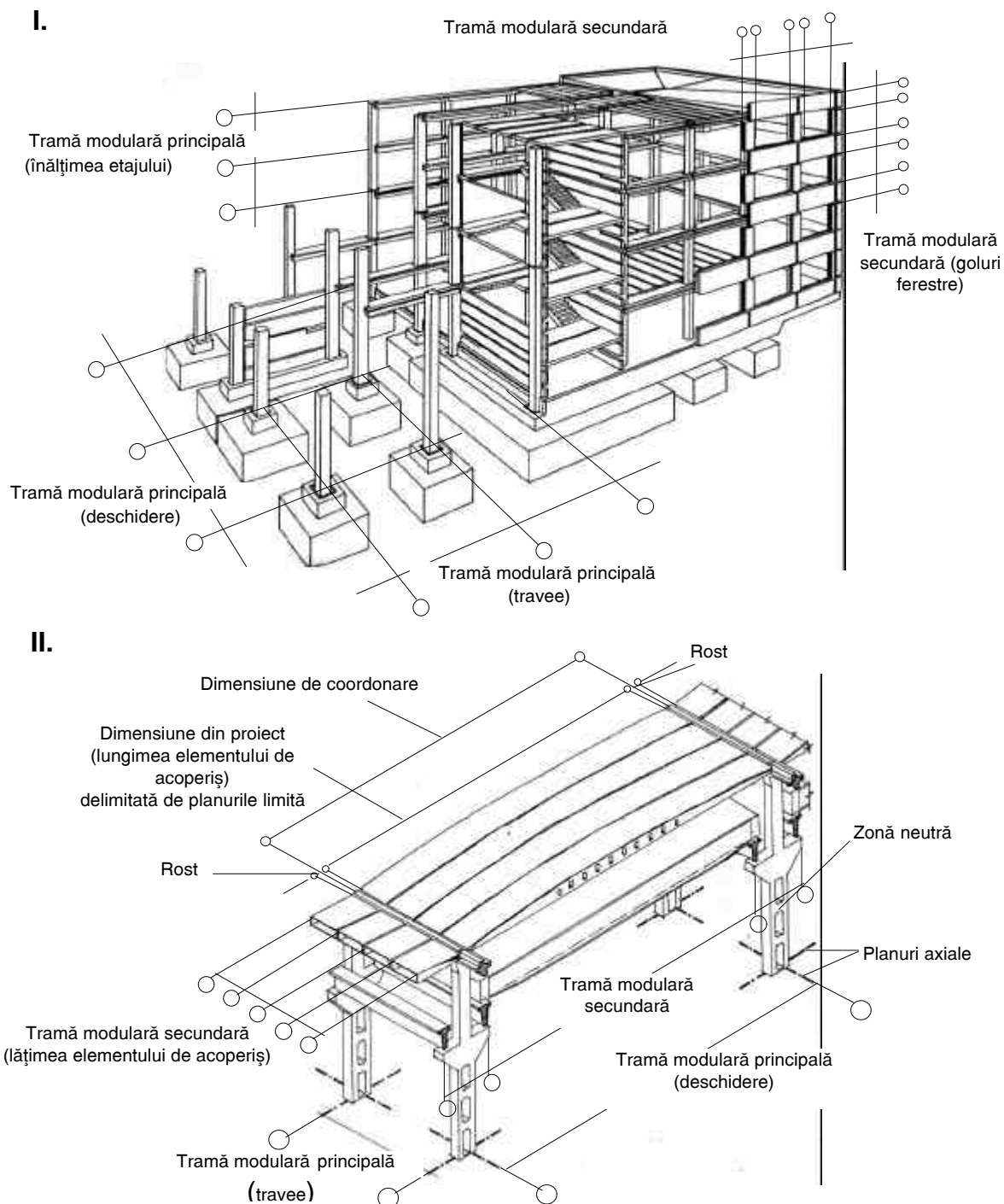


Fig. 6.2. Trame modulare principale și secundare. I. Clădire civilă. II. Clădire industrială

Trama modulară principală este continuă pentru întreaga clădire fiind poziționată la elementele structurii portante. Această tramă poate fi întreruptă la rosturile de dilatație sau tasare, la stâlpi comuni pentru două grinzi pozate la niveluri diferite. La această întrerupere locală se introduce o zonă neutră ce poate fi modulată sau nu.

Coordonarea dimensiunilor elementelor de construcție și localizarea acestora se realizează în cadrul sistemului de referință determinat de planurile sau liniile modulare. Acest spațiu modular este compus din dimensiunea de proiect a elementului de construcție dar și de spațiul necesar pentru îmbinări și abateri dimensionale admisibile.

Pentru localizarea unui element de construcție, planurile modulare pot fi: planul axial, care poate să coincidă cu planul median geometric sau să fie paralel cu acesta și planul limită când delimitează spațiul modular ocupat de elementul de construcție. În raport cu tramele modulare, un element de construcție poate fi localizat prin: planul limită pe cele trei direcții; planul limită pe două direcții și un plan axial pe a treia direcție și plan limită pe o direcție și planuri axiale pe celelalte două. Planurile limită ale elementului de construcție se consideră făcând parte dintr-o tramă modulară principală, una secundară sau de detaliu. Pentru coordonarea dimensiunilor elementului de construcție acesta se consideră

cuprins între planurile limită pe cele trei direcții.

Poziționarea axelor tramei modulare principale, în plan orizontal, se poate realiza la diverse structuri de rezistență astfel:

- la clădirile cu pereți portanți, la pereții exteriori, axa modulară este poziționată la jumătatea grosimii peretelui interior față de latura interioară a acestuia, iar la pereții interiori trama modulară va coincide cu axa geometrică mediană;
- clădirile cu schelet portant, cu stâlp cu moment de inerție constant, axele modulare după cele două direcții vor coincide cu axele geometrice;
- clădiri cu schelet cu stâlpi cu moment de inerție în trepte, axa modulară va coincide cu axa ce trece prin mijlocul secțiunii stâlpului în dreptul cotei șinei grinzii de rulare, la stâlpii centrali axa modulară va coincide cu axa geometrică a secțiunii stâlpului;
- clădiri cu schelet, cu stâlpi cu modul de inerție variabil, axa modulară va coincide cu axa ce trece prin mijlocul secțiunii la cota $\pm 0,00$.

În plan vertical poziționarea axelor modulare se poate realiza astfel:

- înălțimea etajului clădirilor se consideră dimensiunea între cotele nominale ale pardoselilor finite a două nivele succesive; în cazul ultimului etaj, la clădirile cu pod, această dimensiune se consideră între cota pardoselii finite (ultimul etaj) și o cotă convențională (se consideră egale grosimile planșeelor intermediare și de la pod) la fața superioară a planșeului podului; la

clădirile acoperite cu planșeu tip terasă înălțimea ultimului etajului se va considera între cota pardoselii finite și cota tavanului;

- la clădirile cu schelet de rezistență

stâlpi și grinzi cu inimă plină sau cu zăbrele, înălțimea interioară modulată a clădirii se va considera între cota pardoselei finite $\pm 0,00$ și partea inferioară a grinzii cu inimă plină sau cu zăbrele.

TOLERANȚE ȘI ABATERI ÎN CONSTRUCȚII

7.1 GENERALITĂȚI

Toleranțele în construcții au început să capete importanță, odată cu dezvoltarea clădirilor prin procedee industrializate. Toleranțele iau în considerare erorile umane ce pot apărea în activitatea din domeniul construcțiilor.

Toleranțele sunt imperfecțiunile admise la confecționarea elementelor de construcție. Ele se referă la caracteristici dimensionale, de formă și de poziții relative a elementelor de construcție. Stabilirea toleranțelor se realizează prin optimizarea unor valori, luând în considerare aspecte tehnice, tehnologice, economice și estetice. Valorile toleranțelor sunt influențate de

tehnologia de confecționare, de cea de montaj dar și de condiții economice.

La execuția concretă a elementelor prefabricate orice dimensiune se poate realiza cu abateri față de valoarea stabilită în documentația de proiectare.

7.2. TOLERANȚE ȘI ABATERI

Toleranța dimensională este diferența algebrică între dimensiunea efectivă maximă și minimă a elementului de construcții (fig.7.1;7.2)

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} \quad (7.1)$$

în care:

$D_{\max}$ - limita superioară a dimensiunii efective a elementelor de construcții.

$D_{\min}$ - limita inferioară a dimensiunii efective

Dimensiunile elementelor de construcție confecționate în intervalul de

toleranțe conduc la acceptarea acestora pentru montaj.

Utilizarea toleranțelor impune un control al producției de prefabricate în fabrică după confectionare și înainte de montaj pe șantier (fig 7.2).

Caracterul aleator al toleranțelor impune abordarea acestora probabilistic. Prelucrarea statistică a datelor rezultate din controlul de calitate poate depista cauzele erorilor de execuție, dar și o îmbunătățire a sistemului de toleranțe.

Distribuția normală "clopotul lui Gauss" poate evidenția gradul de dispersie a valorilor reale a dimensiunilor elementelor prefabricate față de valoarea stabilită în documentația de proiectare.

Valorile calculate ale dispersiilor (σ) vor influența probabilitatea apariției elementelor prefabricate cu defecte (abateri). La o valoare mică a dispersiei, aria marginată de curba distribuției normale (porțiunea hașurată din "clopotul lui Gauss") evidențiază că probabilitatea acestor abateri este mică (fig 7.1.II). Această arie este influențată de limita acceptată a abaterilor (toleranța). Deci cu cât dispersia este mai mică cu atât calitatea execuției este mai ridicată.

Stabilirea sistemelor de toleranță va fi influențată de dimensiunile prefabricatelor, dar și de clasele de precizie.

Clasa de precizie este un ansamblu de toleranțe corespunzătoare aceluiași grad de precizie la execuție pentru toate

dimensiunile de bază. Clasele de precizie sunt date în prescripții tehnice, fiind clasificate de la 1 la 10. De exemplu pentru o grindă cu lungime cuprinsă între 3 și 9 metri, corespunzător clasei de precizie 1 toleranța va fi 1 mm, iar la clasa 10 va fi de 60 mm.

Clasa de precizie mică înseamnă adoptarea de toleranțe cu valoare mică. Pentru dimensiunile unui element se pot alege toleranțe corespunzătoare unor clase de precizie diferite.

Toleranța dimensională se referă la lungimea sau la caracteristici dimensionale din secțiunea transversală ale elementelor de construcții. În documentația de proiectare, aceste dimensiuni sunt identificate prin dimensiunile nominale (de bază).

Dimensiunile de execuție ale elementelor de construcții prefabricate sunt obținute după confectionarea acestora.

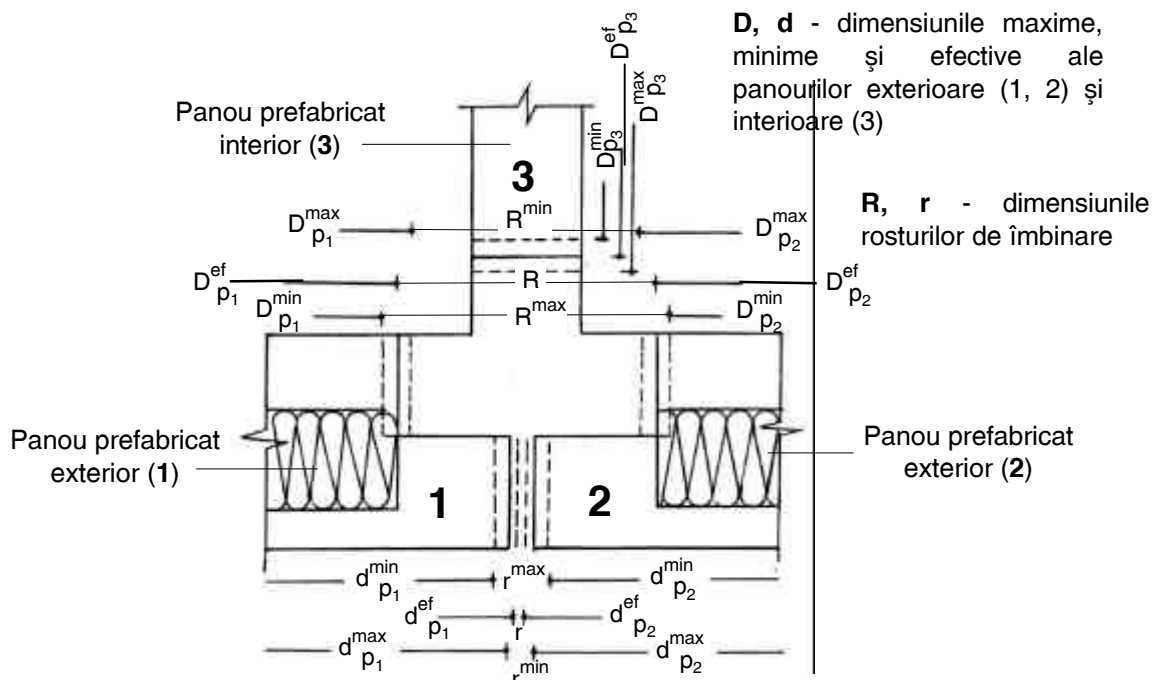
Limitele dimensiunilor de execuție sunt influențate de tehnologia utilizată, de gradul de pregătire a forței de muncă dar și de considerente economice.

Dimensiunile de execuție efective pot avea o limită superioară (dimensiune maximă) și limita inferioară (dimensiunea minimă). Diferențele între aceste dimensiuni efective: maximă și minimă și dimensiunea nominală de bază din documentația de proiectare va defini abaterea limită superioară și/sau abaterea limită inferioară.

Toleranțele de poziție se referă la valoarea maximă a abaterii de la

Toleranțe la elemente de construcție

I. Abateri la îmbinarea panourilor prefabricate



II. Toleranțe dimensionale

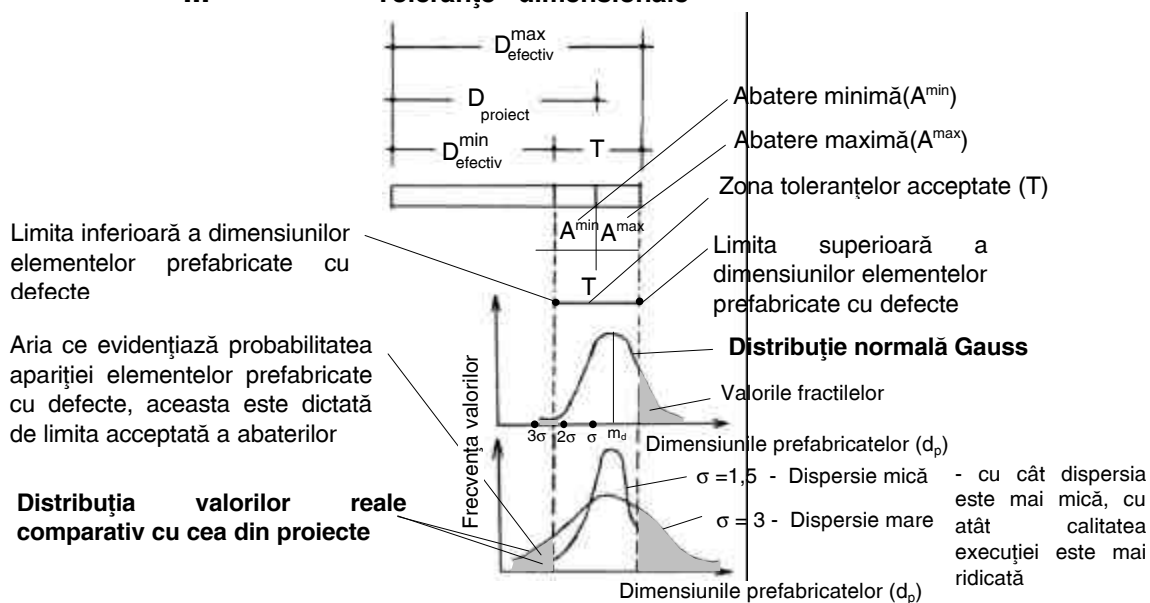


Fig. 7.1 Toleranțe în construcții. Abateri la îmbinarea panourilor prefabricate (I). Toleranțe dimensionale (II)

Toleranțe și abateri

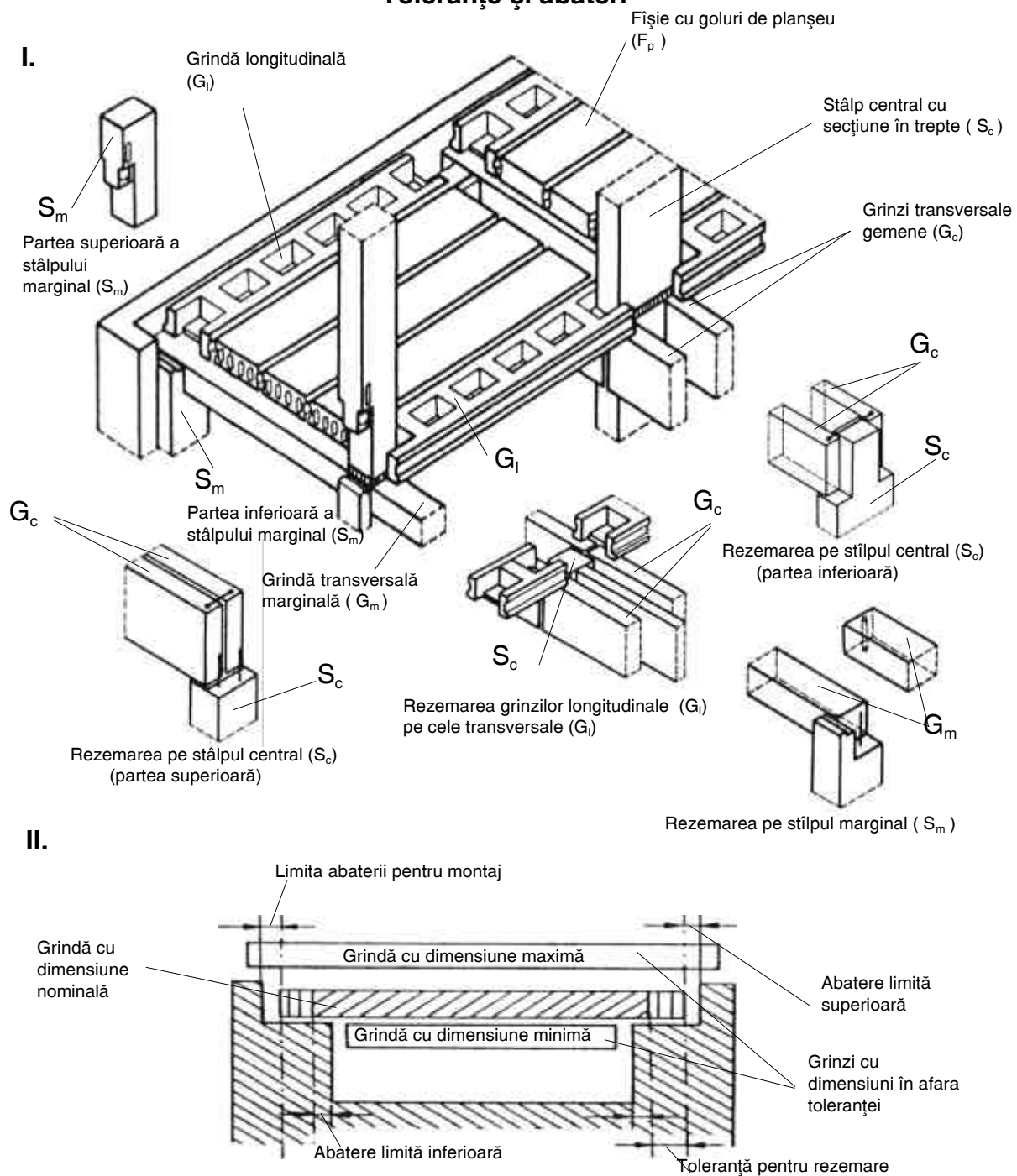


Fig. 7.2 - Toleranțe și abateri. Structură de rezistență integral prefabricată (I). Exemplificare la rezemarea grinzii pe elemente portante verticale (II).

paralelismul și/sau înclinarea dreptelor sau planurilor. Aceste toleranțe pot depinde de abaterile dimensionale efective (toleranțe dependente) sau mărimea acestora este influențată numai de abaterile limită de poziție (toleranțe independente).

În cazul asamblării elementelor de construcții, se indică toleranțe de trasare sau de poziționare ce reprezintă valoarea limită admisă în orice direcție a reperului sau abaterea de poziționare.

Corelarea toleranței de poziționare a unei îmbinări de panouri mari exterioare și interioare, cu toleranțele dimensionale ale elementelor de construcții ce se assemblează, este exemplificată în fig.7.1.I.

Această corelare conduce la realizarea unor dimensiuni ale rosturilor necesare satisfacerii exigențelor de rezistență, higrotermică și etanșeitate. **Toleranțele de formă** se referă la forma dată profilului și/sau suprafeței elementului de construcție. Aceste toleranțe reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la forma profilului sau a suprafeței elementului de construcție.

Toleranțele ce privesc aspectul suprafețelor aparente a elementelor de construcții (placări, beton aparent) sunt toleranțe de culoare, aspect.

Studiul toleranțelor va conduce la mărirea eficienței concepției clădirilor din elemente prefabricate.

EXIGENȚE ÎN CONSTRUCȚII

8.1. GENERALITĂȚI

Exigențele în construcții sunt condiții pe care utilizatorii clădirii le doresc îndeplinite în imobilele pe care le vor folosi.

Calitatea unei clădiri rezultă din gradul în care sunt satisfăcute exigențele pe întreaga durată de existență a construcției.

Exigențele sunt determinate de: cerințe fiziologice naturale, psihosociale și cele de eficiență.

Cerințele fiziologice naturale se referă la posibilitatea utilizării spațiilor din clădire în condiții de: igienă, confort, protecție față de factori nocivi și de circulație ușoară și simplă.

Cerințele psihosociale vizează senzația de confort cu mediul înconjurător și posibilitatea de a comunica sau de a fi separat (izolat).

Cerințele de eficiență se referă la cheltuieli de investiții și exploatare în construcții, consumuri minime de materiale și energie în condiții de durabilitate.

Cunoașterea și utilizarea exigențelor în construcții va conduce la o concepție judicioasă a clădirii ce trebuie proiectată. Multă vreme reușita concepției clădirii se baza numai pe repetarea a ceea ce practica verificase îndelungat. În prezent pentru materialele noi, ce trebuie utilizate la elementele de construcție, se vor preciza condițiile fundamentale pe care trebuie să le îndeplinească. De exemplu la pereții despărțitori din plăci subțiri din ipsos armat apare necesară determinarea de noi caracteristici, cum este rezistența la șoc. În cazul pereților din zidărie de cărămidă datorită masivității aceștia nu erau testați la șoc.

Exigențele în construcții sunt :

- exigențele utilizatorului;
- exigențele de performanță.

Exigența utilizatorului este enunțarea unei necesități a omului, a animalului sau obiectului (care poate fi calculatorul) față de clădirea ce trebuie construită (fig. 8.1).

Exigența de performanță este exprimarea calitativă (uneori cantitativă) a caracteristicilor elementelor componente sau ale clădirii în ansamblul ei, pe care trebuie să le îndeplinească pentru a satisface necesitățile utilizatorilor. Exigența de performanță este exprimată prin unul sau mai multe criterii de performanță (fig. 8.2).

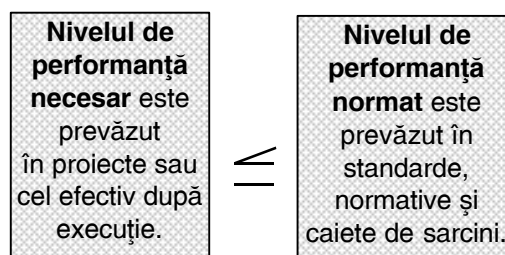
Criteriul de performanță este convertirea cantitativă a exigenței de performanță, deci este criteriul de apreciere a gradului de satisfacere a acestei exigențe de performanță.

Criteriul de performanță este redat prin nivele de performanță

Nivelul de performanță reprezintă concretizarea cantitativă (numerică) a criteriilor de performanță astfel ca ele să poată fi utilizate în proiectare.

De exemplu, nivelul maxim al zgomotelor provenite din exterior și percepute în diferite încăperi trebuie să fie cel mult de 35 dB (determinate pe timp de zi sau noapte) iar în încăperi adiacente trebuie să fie cel mult 30 dB (nivel normat). Exigența de performanță de confort acustic este liniștea.

Alt exemplu ar fi că umiditatea maximă efectivă a aerului interior într-o încăpere, ce trebuie să fie de cel mult 60%, valoare care reprezintă umiditatea relativă de calcul (nivel normat).



Metodele de evaluare a performanțelor sunt în faza inițială calculele, încercările la scară redusă, la scară naturală și in-situ.

Verificarea prin calcule se face în mod analitic și prin simulare, iar verificarea prin experimentări se realizează prin simulare și încercări pe prototip. Simularea se poate face pe calculator sau prin modelări fizice (analogice sau directe).

8.2. PERFORMANȚE ÎN CONSTRUCȚII

Scopul performanțelor este stabilirea exigențelor de performanță în vederea satisfacerii cerințelor utilizatorilor pe durata de viață a clădirilor.

Prescripțiile de performanță precizează cerințele utilizatorilor față de clădire.

Caracteristicile performanțelor sunt:

- identificarea exigențelor utilizatorilor clădirii;
- transformarea exigențelor utilizatorilor în cele de performanță;
- stabilirea criteriilor cantitative de performanță;



Fig. 8.1 Schema factorilor ce influențează exigențele utilizatorilor

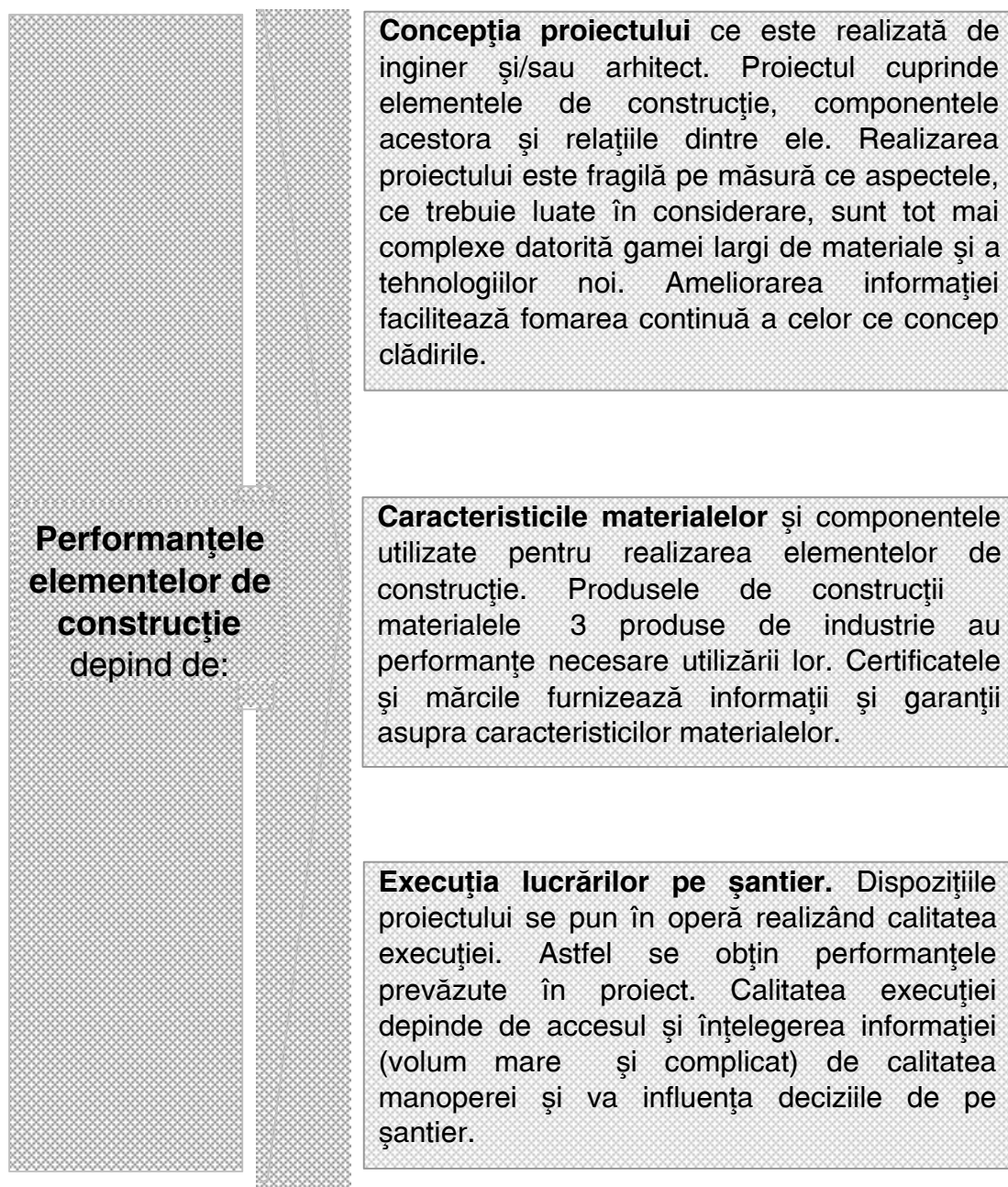


Fig. 8.2 Schema factorilor de care depind performanțele elementelor de construcție

- elaborarea modalităților de evaluare-testare pentru verificarea criteriilor de performanță.

performanță este încărcarea limită la care rezistă partea de clădire rămasă în afara cedărilor locale.

Exigențele utilizatorilor sunt (fig.8.3):

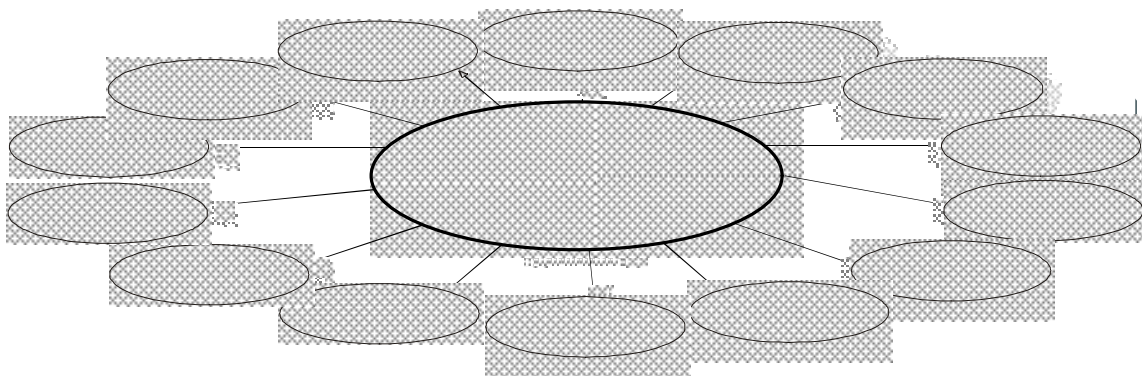


Fig. 8.3 Schema exigențelor utilizatorilor construcției

Stabilitate și rezistență

Cerința utilizatorilor acestei exigențe este reprezentată de condiția: capacitatea de rezistență ultimă a clădirii să nu fie depășită de intensitatea maximă a acțiunilor, în gruparea cea mai defavorabilă a acestora.

La acțiunile de durată, capacitatea de rezistență în timp a clădirii conduce la o exploatare normală (neapariția unor noi modificări). În acest caz criteriul de performanță este nivelul limită de cedare la curgere lentă (comportare la încărcarea în timp) sau la oboseală (încărcări repetate).

În cazul unor explozii, incendii sau șocuri mecanice în clădire pot avea loc cedări locale. În acest caz trebuie verificată rezistența clădirii la prăbușire progresivă fără extinderea cedării pe întreaga clădire. Criteriul de

În cazul apariției în timpul exploatării a unor deplasări sau deformații ce pot produce avarii locale sau modificări de formă la elementele de construcție ce pot influența în sens negativ etanșeitatea, aspectul. Prin criteriul de performanță se va stabili nivelul limită al deformațiilor.

Apariția sau deschiderea fisurilor în exploatarea clădirilor poate conduce la micșorarea etanșeității sau a protecției contra coroziunii. În acest caz nivelul limită de apariție și deschidere a fisurilor este criteriul de performanță.

În exploatarea clădirii este necesară verificarea la acțiuni dinamice (rezistență la șocuri și la amplitudinea vibrațiilor). Criteriul de performanță va fi rezistența la șoc produsă de un corp solid și nivelul limită al amplitudinii corelate cu frecvența.

Siguranța la foc

În cadrul acestei exigențe, performanțele se referă la: izbucnirea incendiilor, siguranța ocupanților și a clădirilor în caz de incendii.

Riscul de izbucnire a incendiului se determină prin respectarea unui nivel limită de risc care este în funcție de: destinația, categoria de pericol la incendiu a clădirii, de instalații, (electrice, încălzire) de combustibilitatea materialelor (limita de rezistență la foc) dar și funcție de agenții externi (incendii în apropiere, trăsnet, radiații solare).

Siguranța ocupanților clădirii se realizează prin specificarea timpului de alarmare, de supraviețuire și de evacuare. La acestea se adaugă riscul de dezvoltare, de propagare a incendiului, a fumului, a gazelor fierbinți sau toxice. Se va avea în vedere împiedicarea propagării incendiului la clădirile învecinate prin respectarea unor distanțe minime.

Timpul de alarmare necesar sesizării incendiului se fixează în funcție de eficacitatea sistemelor de alarmă (avertizare).

Timpul de supraviețuire a oamenilor din clădirea incendiată depinde de pragul de depășire a concentrării produselor de combustie.

La concepția clădirilor, prin eficacitatea căilor de evacuare, trebuie avut în vedere timpul minim de evacuare a oamenilor în timpul incendiului.

Dezvoltarea incendiului este influențată de nivelul ridicat al sarcinii termice și de timpul minim pentru producerea inflamării generalizate.

Mărimea ariei și volumului delimitate de pereții și planșeele rezistente la foc vor influența propagarea incendiilor în clădire.

Timpul minim de propagare și toxicitate a fumului, a gazelor emise în timpul incendiului vor fi luate în considerare la gradul de pericol al sănătății oamenilor din clădirea incendiată.

Siguranța clădirilor în caz de incendiu este influențată de timpul minim de intervenție (punerea în funcțiune a mijloacelor de localizare și stingere) și de prăbușirea unor părți nerezistente a clădirii.

Siguranța de utilizare

Exigența se referă la performanțele referitoare la: securitatea muncii, securitatea de contact, securitatea la circulație și denivelări, securitatea la intruziuni.

Securitatea muncii în cazul execuției lucrărilor de întreținere, reparație și modernizare în timpul exploatării construcțiilor este influențată de riscul producerii accidentelor de muncă sau îmbolnăvirile profesionale. Acestea sunt determinate de caracteristicile constructive, de alcătuire și de modul de organizare a lucrărilor de construcție.

Securitatea de contact reprezintă protecția utilizatorilor la posibilitatea producerii de leziuni (răniri, arsuri,

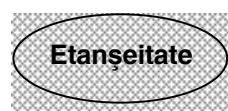
otrăviri, contaminări, electrocutări, loviri) prin contact cu suprafețele elementelor de construcție (pereți, pardoseli, balustrade, tâmplărie, instalații). Această performanță este determinată de nivelele limită pentru: riscul de rănire (tăiere, înțepare, julire) prin contact cu muchii sau colțuri vii (tăioase), bavuri ascuțite, rezalături periculoase, suprafețe cu rugozitate mare, temperaturi maxime a porțiunilor calde, accesibile, ale elementelor de construcție și instalații, ce pot produce arsuri prin atingere; evitarea utilizării elementelor de construcție, susceptibile de a emite substanțe nocive, care pot prezenta riscul otrăvirii, contaminării radioactive; riscul de electrocutare; riscul de provocare a leziunilor datorită desprinderii, căderii sau răsturnării obiectelor înzidite sau fixate pe elementele de construcție.

Securitatea la circulație reprezintă protecția utilizatorilor la circulația în interiorul clădirii reducând riscul de accidente.

Această performanță este determinată de nivelele limită: a posibilității de lunecare pe suprafețele orizontale de circulație, a dimensiunilor limită pentru spațiile și deschiderile de trecere a obstacolelor, ce pot incomoda sau produce accidente la circulație (trepte izolate, elemente verticale transparente, denivelări pe suprafețele de circulație), a înclinării rampelor de acces. În vederea asigurării contra accidentelor se vor prevedea balustrade

la scări, balcoane, terase circulabile, goluri.

Securitatea la intruziuni din exterior reprezintă posibilitatea clădirii (în special la elementele de închidere exterioară, pereți, acoperiș, tâmplărie) de a se opune la tentativa de pătrundere nedorită în interiorul ei, a oamenilor sau animalelor. Performanța este caracterizată de nivelele limită: de rezistență a elementelor exterioare ale clădirii, la intrări forțate din afară (prin spargere, tăiere, demontare, deschidere), de eficacitate a dispozitivelor de protecție și închidere a golurilor în clădire (guri de ventilație, extremități ale gheinelor, guri de rețele de evacuare) contra pătrunderii forțate a oamenilor, animalelor din exterior și de eficacitatea plaselor de protecție la ferestre contra pătrunderii insectelor.



Această exigență se referă la etanșeitatea clădirii și a elementelor de construcție la aer, gaze, apă de ploaie, apă subterană, la zăpadă, la praf și nisip antrenate de aer.

Etanșeitatea la aer a închiderilor exterioare ale clădirii (pereți și acoperiș) conduce la evitarea unor pierderi excesive de căldură (ce asigură confortul higrotermic și economia de energie) dar și la prevenirea unor curenți de aer ce produc disconfort. Etanșeitatea la aer conduce la o ventilație adecvată și controlată a încăperilor ce asigură ambianța atmosferică și puritatea aerului.

Performanța de etanșeitate a elementelor exterioare a clădirii este determinată de nivelele limită pentru debitul infiltrațiilor de aer. Acestea sunt în funcție: de diferența de presiune între fețele închiderilor exterioare, de rezistență la permeabilitatea la aer a acestora, de rezistența necesară la transfer termic și de viteza vântului. Pentru asigurarea etanșeității se mai determină nivelele limită a vitezei curenților de aer, a diferenței de temperatură între aceștia și mediul exterior, și cel de control al schimbului natural de aer din încăperi.

Etanșeitatea la gaze se referă la canalele de ventilație și la coșurile de fum. Nivelul limită al criteriului de performanță la debitul evacuării aerului sau a fumului este în funcție de diferența de presiune.

Etanșeitatea la apa de ploaie a închiderilor exterioare ale clădirii (pereți, acoperiș, terasă) se referă la ploi însoțite de vânt puternic și capacitatea de evacuare continuă a apelor pluviale, inclusiv etanșeitatea rețelelor de scurgere aferente.

Criteriile de performanță se referă la nivelele limită ale presiunii de etanșeitate (valoarea maximă a presiunii statice a aerului) la care se asigură etanșeitatea la apă. Aceasta este funcție de înălțimea clădirii, clasa de etanșeitate a infiltrațiilor de apă însoțită vânt, de absența stagnării apei și de asigurarea evacuării acesteia prin rețeaua de scurgere.

Etanșeitatea la ape subterane înseamnă realizarea impermeabilizării subsolului (planșeu-pardoseală, pereți). Criteriul de performanță este determinat de nivelul limită a permeabilității apei cu presiune hidrostatică (la nivelul maxim de ridicare) ce poate să apară în timpul exploatării clădirii cât și la nivelul limită al înălțimii de ridicare a apei din pământ prin capilaritate, în pereții subsolului.

Prin etanșeitate la solide înțelegem etanșeitatea la zăpadă și la materiile solide aflate în suspensie în aer.

Etanșeitatea acoperișului la zăpadă viscolită de vânt înseamnă eliminarea penetrărilor de zăpadă prin acoperiș.

Etanșeitatea închiderilor exterioare la praf sau nisip, aflate în suspensie în aer, este determinată de nivelul presiunii limită de etanșeitate la presiunea statică maximă a aerului. Aceasta este funcție de granulozitatea suspensiilor solide în aer pentru care nu se produc penetrări prin închiderile exterioare ale clădirilor.



Această exigență se referă la performanțele higrotermice în perioada sezonului rece, sezonului cald și la umiditatea aerului.

Performanțele termice în perioada sezonului rece privesc pierderile globale de căldură prin anvelopa clădirii și prin schimbul de aer între interior și exterior, aportul energiei solare în sezonul rece și emisia de căldură din interiorul clădirilor pentru asigurarea confortului termic.

Pierderile de căldură sunt determinate de coeficientul global al transferului de căldură pe unitatea de volum a clădirii sau pe unitatea de suprafață exterioară (mediul exterior și spații interioare neîncălzite).

Aportul solar iarna este determinat prin coeficientul de recuperare a contribuției energiei solare din timpul iernii, care este funcție de inerția termică a anvelopei clădirii dar și de sistemul de reglare a instalației de încălzire.

Emisia de căldură în interiorul clădirii este necesară pentru realizarea compensării pierderilor de căldură, în scopul asigurării confortului termic pe timp de iarnă. Criteriile de performanță sunt influențate de: nivelul limită de putere termică a corpurilor de încălzire din clădire pe timp de iarnă, de forma și direcția fluxului de căldură, de stabilitatea temperaturii aerului exterior (limitarea amplitudinii oscilației zilnice), de uniformitatea temperaturii aerului interior în diferite zone ale încăperii (limitarea diferenței maxime de temperatură față de valoarea normată), de diferența maximă dintre temperatura aerului interior și temperatura suprafeței interioare a anvelopei și valoarea maximă sau minimă a temperaturii suprafețelor interioare a închiderilor exterioare pentru a nu provoca disconfort prin radiație.

Performanțele termice în perioada de vară se referă la inerția termică, la aportul solar și la răcirea aerului interior din încăperi.

Inerția termică este capacitatea de absorbție, a elementelor de închidere sau separare, a căldurii provenind din variațiile zilnice ale climatului exterior. Criteriul de performanță este determinat de coeficientul de absorbție a căldurii și de indicele de inerție termică.

Aportul solar vara este influențat de transmisia energiei solare prin anvelopa clădirii (în condiții extreme de însorire) și se materializează prin coeficientul de transmisie a energiei solare.

Răcirea aerului din încăperi în perioada verii se execută pentru echilibrarea căldurei solare (având în vedere inerția termică) și realizarea în încăperi a confortului termic în condiții de însorire maximă. Criteriul de performanță este determinat de valoarea puterii de răcire a instalațiilor pentru asigurarea confortului pe timp de vară, de forma și direcția fluxului de căldură, de viteza curenților de aer rece (diferența de temperatură între acesta și aerul interior), stabilitatea temperaturii din încăperi și evitarea curenților de aer ce provoacă disconfort (datorită măririi sau creșterii schimbului de căldură prin piele și accelerarea evaporării transpirației).

Performanțele referitoare la umiditatea aerului se referă la umiditatea din interiorul clădirii, gradul de uscare a anvelopei, la starea de umiditate la suprafață și în interiorul elementelor de închidere.

Umiditatea aerului din încăperi este determinată de nivelul limită maxim de

umiditate relativă (%) a acestuia din interiorul clădirii.

Gradul de uscare a anvelopei este determinat de starea de umiditate la suprafața (grad de condensare) acesteia și în interiorul ei.

Criteriul de performanță este determinat de nivelul minim al temperaturii pe suprafața interioară a anvelopei și nivelul limită maxim al condensării vaporilor în interior (pe o perioadă dată), evitarea acumulării progresive (de la an la an) a apei din condens și nivelul limită a înălțimii de ridicare, prin capilaritate, a apei de infiltrație în pereții subsolului.

Ambianța atmosferică

Exigența se referă la performanțele privitoare la ventilarea și emisia de mirosuri dezagrabile în încăperi.

Ventilarea încăperilor se face pentru menținerea purității aerului interior (curat și uscat). Criteriul de performanță este determinat de nivelul minim de aer viciat, ce trebuie evacuat și de debitul de aer curat, ce trebuie introdus în încăperi prin ventilare naturală sau/și ventilare mecanică.

Emisia de mirosuri neplăcute provenite din evacuarea apelor uzate, a gunoaielor, a unor procese tehnologice, poate fi micșorată prin determinarea criteriului de performanță a acestora ce se referă la nivelul limită maxim al degajării de mirosuri .

Acustice

Exigența vizează performanțele referitoare la izolarea zgomotelor din exterior, izolarea acustică între încăperi și zgomotele instalațiilor din clădiri.

Izolarea acustică la zgomotele din exteriorul clădirii se realizează prin atenuarea acestora de către anvelopa clădirii. Criteriul de performanță este nivelul maxim al zgomotului aerian rezultat în clădire din exteriorul ei dar și indicele de izolare la zgomotul aerian al fațadei clădirii.

Izolarea acustică între încăperile adiacente din clădire la zgomot aerian și de impact are drept criterii de performanță nivelul maxim al acestor zgomote dar și indicii de izolare la zgomot aerian a elementelor de compartimentare și la zgomot de impact al planșeelor.

Zgomotele generate de instalații din interiorul sau exteriorul clădirii au ca criteriu de performanță nivelul maxim al acestor zgomote.

Durata de reverberație a sunetului în clădire este timpul corespunzător pentru o micșorare a nivelului inițial al intensității sonore după încetarea emisiei sunetului de către sursă. Criteriul de performanță este determinat de încadrarea curbei timpului de reverberație în funcție de frecvența sunetului în domeniul prescris și nivelul duratei maxime de reverberație în funcție de frecvență.

Vizuale

Exigența vizează formanțele privitoare la iluminatul natural, iluminatul artificial, aspectul suprafețelor vizibile și vederea din clădire spre exterior.

Iluminatul natural se realizează prin iluminarea naturală și ecranarea încăperilor, prin suprafețele vitrate din anvelopă (ferestre, uși, pereți din/cu sticlă). Criteriul de performanță se referă la: raportul între suprafața golurilor de lumină și suprafața pardoselii în încăpere, la factorul de lumină pe planul de lucru (raportul între iluminarea unui punct al încăperii și iluminarea exterioară, simultană, a unei suprafețe de lucru dată de lumina difuză a bolții cerești. Pentru ecranarea suprafețelor vitrate exterioare se vor instala dispozitive opace și reglabile, fără a împiedica iluminarea naturală.

Iluminatul artificial se produce prin iluminatul interior, prin senzația de orbire a surselor luminoase și gradul de stabilitate (pâlpâire a iluminării). Criteriul de performanță se atinge prin nivelul de iluminare și uniformitate a acestuia, nivelul de încadrare a iluminării în valorile normate (strălucire orbitoare) și raportul între iluminarea maximă (instantanee) și cea medie (pâlpâirea sursei luminoase), ce conduce la obosirea ochilor.

Aspectul suprafețelor vizibile se referă la: planeitate, rectiliniaritatea muchiilor, defecte de suprafață (goluri, umflături, dezlipiri), omogenitatea culorii, strălucirii sau pătării (datorită diferenței

de temperatură) finisajului. Criteriul de performanță se referă la: nivelul abaterilor de la planeitate sau de la rectiliniaritate, numărul și importanța defectelor de suprafață, diferență de culoare, raportul între lumina reflectată și lumina incidentă și raportul între transmisia termică maximă și minimă între două puncte ale suprafeței să fie astfel încât să nu poată fi percepută cu ochiul liber.

Vederea din clădire spre exterior vizează transparența și deformarea optică a imaginii prin suprafețele vitrate. Criteriul de performanță se referă la raportul dintre lumina transmisă prin suprafața vitrată și lumina transmisă prin aceeași suprafață fără vitraj și calitatea geamului de a nu deforma obiectele vizibile prin transparență sub un anumit unghi de incidență.

Tactile

Exigența se referă la confortul termic, electric și mecanic de contact.

Confortul termic la contactul omului cu suprafețele din încăpere au drept criteriu de performanță căldura transmisă de corpul uman la suprafețele pardoselii, a pereților (exprimate prin căldura cedată pe suprafața de contact într-un timp normat) și temperatura maximă a suprafețelor de contact pentru a evita disconfortul utilizatorilor.

Confortul electric de contact în cazul descărcării de electricitate statică se concretizează în cazul când omul este în contact cu o suprafață ce a acumulat electricitate statică prin frecare, de

exemplu a piciorului cu pardoseala. Criteriul de performanță se exprimă prin nivelul potențialului de electricitate statică creat de circulația omului pe o pardoseală, într-o ambianță uscată.

Confortul mecanic de contact cu suprafețele rugoase, cu discontinuități dezagreabile și cu elasticitate la atingere are drept criteriu de performanță nivelul defectelor de suprafață, care pot fi supărătoare la atingere cu corpul uman.

Antropo-dinamice

Exigența se referă la: vibrații și mișcări impuse omului de către clădire sau elementele de construcție, eforturi necesare la deplasarea oamenilor și la manevrarea de către aceștia a ușilor, ferestrelor sau a comenzilor instalațiilor (întrerupătoare, robinete).

Vibrațiile și mișcările impuse omului de către: clădiri sau elemente de construcție datorate acțiunilor mecanice ale unor agenți (vânt, mașini turnante, trafic), mișcările instalațiilor de transport de persoane (ascensoare, trotuare și scări rulante) și deformabilitatea unor elemente de construcție sub acțiunea directă sau indirectă a oamenilor. Criteriul de performanță se raportează la nivelul limită al accelerațiilor transmise de corpul uman după trei axe: verticală (picior, cap), orizontală (spate, față), orizontală laterală (dreapta, stânga) și vitezei unghiulare de rotație a clădirii.

În cazul mișcării instalațiilor de transport pentru persoane, nivelul limită se impune la viteza maximă a scărilor și trotuarelor rulante, la accelerațiile ascensoarelor.

Nivelul limită în cadrul deformațiilor unor elemente de construcție sub acțiunea oamenilor se concretizează prin săgețile instantanee ale scărilor, planșeelor și pereților sub efectul șocului de utilizare bruscată a ușilor.

Eforturile necesare la deplasarea oamenilor se referă la caracteristicile geometrice ale scărilor, care influențează circulația pe verticală a oamenilor.

Efortul necesar utilizatorilor pentru manevrarea ușilor, ferestrelor, obloanelor sau a comenzilor instalațiilor, să fie minim.

Criteriile de performanță se referă la dimensiunile treptelor, balansarea scărilor și limita înclinării rampelor de acces, nivelul limită a efortului de manipulare a tâmplăriei (manevrare mânere, butoane, chei, zăvoare), a efortului de manevrare robinete, întrerupătoare electrice, introducerea și extragerea ștekere din prizele de contact.

Igiena

Exigența izează poluarea mediului ambiant al clădirii și asigurarea condițiilor de igienă cu ajutorul instalațiilor.

Poluarea mediului ambiant al clădirii se referă la emanațiile de gaze și fum din combustie și emisia de substanțe

nocive degajate de unele materiale ce intră în componența elementelor de construcție. Criteriul de performanță este dat de nivelul limită al emanațiilor de gaze și fum din combustie sau de substanțe toxice și insalubre (praf, mucegai, ciuperci), degajate din unele materiale ale elementelor de construcție.

Condițiile de igienă asigurate cu ajutorul instalațiilor se referă la distribuția apei potabile (cu debit și temperatură adecvată), a scurgerii apelor menajere și la evacuarea gunoaielor.

Utilizarea spațiilor

Exigența se referă la funcționalitatea spațiilor interioare și adaptarea la utilizarea suprafețelor finisate ale clădirii.

Funcționalitatea spațiilor interioare vizează caracteristicile geometrice, adaptabilitatea acestora funcție de destinația încăperilor, caracteristici și facilități privind accesul și circulația în spațiile interioare. Criteriul de performanță se raportează la numărul, forma, dimensiuni geometrice, dispoziția, flexibilitatea și relația între încăperi, mobilarea și echiparea încăperilor. Aceste caracteristici ale încăperilor sunt funcție de destinația lor. Se va lua în considerare posibilitatea unui acces ușor și simplu în spațiile clădirii prin dimensiuni adecvate ale spațiilor de circulație pe orizontală și pe verticală (număr, poziție, capacitate a scărilor și ascensoarelor).

Adaptarea la utilizare a suprafețelor finisate ale clădirii se referă la rezistența la șocuri în timpul exploatării clădirii, rezistența la smulgere a finisajului (dezlipire prin tracțiune sau jupuire), la zgâriere fără deteriorare, la poansonare statică și dinamică a suprafețelor pardoselilor, teraselor, acoperișurilor, rezistență la încărcări rulante a pardoselilor. La acestea se mai adaugă rezistența în timpul exploatării la acțiunea apei de ploaie asupra finisajelor exterioare sau din spălare curentă în timpul curățirii, sau umezirii accidentale (fără șiruire sau stagnare), fără a degrada finisajele interioare.

Suprafețele finisate în timpul exploatării clădirii trebuie să reziste la agenți chimici (la pătare și la curățirea petelor acestora produse cu substanțe chimice), la pătarea cu praf și la curățirea corespunzătoare; să prezinte rezistență la ardere cu țigări aprinse fără deteriorare (arsuri, schimbări de culoare la pardoseli, terase, acoperișuri accesibile) și rezistență mecanică la smulgere a dispozitivelor de fixare a elementelor suspendate fără a deteriora finisajele.

Durabilitate

Exigența privește durata de viață a clădirii sau a elementelor de construcție și rezistența la agenți, care ar afecta performanțele acestora pe durata de exploatare a construcției.

Durata de viață a clădirii și a elementelor de construcție componente,

are drept criteriu de performanță nivelul minim al perioadei de timp, exprimată în ani, în care caracteristicile sunt menținute la valoarea prescrisă, sub efectul acțiunilor agenților exteriori și interiori.

Rezistența la agenții care influențează performanțele clădirii și a părților componente pe durata de exploatare a construcției se referă la agenții climatici: variații de temperatură și umiditate, îngheț-dezghet, radiații solare. Criteriul de performanță se referă la numărul de cicluri de expunere, la acțiuni climatice combinate, izolate (îngheț-dezghet, șocuri termice, umiditate, încălzire) sau cicluri de mișcări simulate datorită acțiunilor termice sau deformațiilor mecanice. La acestea se adaugă rezistența suprafețelor exterioare la eroziunea provocată de particolele în suspensie în aer.

Criteriul de performanță este raportat de coeficientul de abraziune determinat experimental (acesta este raportul dintre o cantitate de nisip normată, suflată cu aer comprimat pe suprafața experimentată și pierderea de grosime a finisajului).

Rezistența la agenții chimici naturali din mediul înconjurător sau artificial din activitatea ce se desfășoară în clădire, se determină prin numărul de cicluri de expunere la un mediu încărcat cu agenți chimici caracteristici. Rezistența la coroziune electrochimică a elementelor metalice din clădire are drept criteriu de

performanță: evitarea contactului direct a metalelor de natură diferită (la care se produce o diferență de potențial al cuplului galvanic). Rezistența la atacul agenților biologici (bacterii, ciuperci, rădăcini, insecte, rozătoare), asupra elementelor de construcție, se determină prin gradul de acoperire a suprafeței expuse la agenți biologici, prin pierderea de masă, aspectul elementelor expuse în secțiuni (orificii, galerii).

Rezistența la încărcări dinamice repetate ale părților mobile (uși, ferestre), ale legăturii acestora cu părțile fixe (la manevrări) din cadrul clădirii, se determină prin încercarea la anduranță (cicluri de închidere-deschidere a ușilor) și efectul asupra pereților și tavanului din jurul părților mobile.

Rezistența la uzura pardoselii și scărilor produsă de circulația oamenilor este determinată de limita de uzură prin abraziune sau solicitări mecanice de forfecare a pardoselii.

Rezistența în timp a elementelor de construcție (sub acțiunea mediului natural sau artificial) poate fi evidențiată prin acțiunea agenților chimici în puncte sensibile ca rosturi, îmbinări, straturi izolatoare, armături.

Eliminarea posibilității de acces a agenților chimici se realizează prin alcătuirii constructive adecvate unei protecții corespunzătoare, ventilare, evitarea deteriorării mecanice.

Economie

Exigența economică zează indicatori dimensionali, indicatori derivați, costuri, consumuri de resurse și grad de industrializare.

Indicatorii dimensionali pot fi: suprafețe ale clădirii (aria construită, aria desfășurată, aria utilă, în unele cazuri aria nivelului, a pereților, aria de exploatare, aria de circulație, aria exterioară a clădirii), suprafețe totale aferente ale obiectivului (suprafața incintei, suprafața construită totală, cea aferentă rețelelor, a căilor aferente de transport, suprafața ocupată a terenului) și volume (a nivelului, volumul total, volumul util total).

Indicatorii derivați pot fi: gradul de ocupare a terenului (raportul între suprafața ocupată a terenului și suprafața incintei), indicele suprafeței desfășurate (raport între aria desfășurată și aria utilă desfășurată), indicele suprafeței desfășurate, indicele suprafeței de circulație (raportul între aria de circulație și aria utilă desfășurată), indicele volumului total (raportul între volumul total și volumul util desfășurat), indicele de masivitate a clădirii (raportul între volumul total și suprafața exterioară a clădirii).

Costurile se referă la: costul de exploatare (anual pentru producerea căldurii în vederea asigurării confortului termic iarna și consumul de energie pentru răcire necesar compensării însoririi pe timp de vară), cost de

întreținere, reparații curente și capitale (cheltuieli, pentru resurse materiale, umane, necesare în exploatare, pentru menținerea în timp a caracteristicilor inițiale ale clădirii), cheltuieli de revenire, actualizare pentru amortizări, impozite, taxe, dobânzi. La acestea se adaugă costul global anual rezultat din valorile aferente de revenire din costul de investiție inițială, costul de funcționare, costul de întreținere și reparație.

Consumurile de resurse se raportează la consumul inițial la investiție: de materiale principale, de manoperă de execuție (confecționare sau/și montaj), de energie înglobată în materiale, elemente de construcție și în procese de execuție. La aceasta se adaugă consumul de energie necesară în exploatare pentru asigurarea confortului higrotermic în clădiri (pentru încălzire pe timp de iarnă și de răcire pe timp de vară). Pentru a asigura o valoare minimă a acestui consum, în perioada de utilizare a clădirii se va stabili un nivel minim economic al rezistenței medii la transfer termic și al coeficientului global de pierderi de căldură a anvelopei clădirii.

Gradul de industrializare reprezintă ponderea valorii aferentă materialelor și elementelor de construcție livrate de industrie (prefabricate), a valorii cheltuielilor pentru utilaje folosite la executarea lucrărilor și montarea elementelor de construcție din valoarea totală a lucrărilor de construcție-montaj.

8.3. APRECIEREA CALITĂȚII CONCEPȚIEI CLĂDIRII

În vederea aprecierii calității unei clădiri se va utiliza conceptul de performanță exprimat prin următorul raport:

Nivel de performanță realizat	$= p_i$	$p_i = 1,0$ exigența este respectată.
Nivel de performanță normat		$p_i < 1,0$ exigența nu este asigurată. $p_i > 1,0$ exigența este depășită în sens favorabil.

Calitatea unei clădiri variază după legi mai complexe.

De exemplu, izolarea termică a unui element de construcție exterior conduce la creșterea gradului de confort în interiorul clădirii și la micșorarea consumului de energie pentru încălzire.

În schimb, acest efect se poate micșora datorită măririi transferului de căldură prin alte zone, care devin dominante - ferestre, ventilare.

Un alt exemplu este creșterea capacității de izolare acustică a elementelor de construcție de închidere exterioară, care va mări gradul de confort în locuințe; în schimb, utilizatorul pierde contactul auditiv cu lumea înconjurătoare, devine mai neliniștit putând să-și audă chiar propriile zgomote (bătăile inimii).

În vederea aprecierii unei variante de proiectare a unei clădiri se va utiliza următoarea relație:

$$N = \sum \alpha_i \cdot p_i \quad (8.1)$$

N - nota de apreciere a variantei de proiectare;

p_i - raportul dintre valoarea normată și cea realizată a nivelului de performanță;

α_i - coeficient care reprezintă gradul de importanță a performanțelor și exprimă ponderea fiecărei exigențe de performanță.

Aprecierea calității unei clădiri, edificiu sau un ansamblu urban se face în mod diferit din punct de vedere al beneficiarului clădirii sau al trecătorului.

Beneficiarul este cel care va utiliza clădirea și va suporta costul de investiții, reparații, întreținere și exploatare a acesteia.

El va observa și deficiențele clădirii ce nu pot fi remediate. Trecătorul este cel care contemplă edificiul din exterior și apreciază calitățile estetice ale acestuia.

Aprecierea reală a calității unei clădiri este dată de: modul de valorificare a terenului economisit printr-o amplasare optimă (evitându-se supradimensionările), păstrarea acestuia în circuitul agricol; consumul redus de apă și energie; modul cum este apărută de nocivități (zgomot, gaze, substanțe poluante).

HIGROTERMICA CLĂDIRILOR

9.I. IZOLARE TERMICĂ

9.I.1. GENERALITĂȚI

Îmbunătățirea protecției termice are o influență substanțială asupra reducerii pierderilor de căldură și deci asupra micșorării consumului de energie pentru încălzirea clădirilor.

În cadrul concepției clădirilor, în paralel cu calculele de rezistență ale elementelor principale de construcție, se va efectua și calculul capacității globale de izolare termică a elementelor de închidere (anvelopa).

Confort termic interior

Scopul principal al realizării unei capacități optime de izolare termică este asigurarea condițiilor de confort termic interior. Cele două criterii ale confortului termic: criteriul subiectiv (senzația de confort sau inconfort) și criteriul obiectiv

(reacțiile organismului uman - pulsațiile cardiace, consumul de oxigen) la acțiunile mediului înconjurător nu sunt întotdeauna compatibile. Corpul omenesc în schimbul termic cu mediul înconjurător are calitatea de a menține constantă temperatura internă pentru diferite condiții climatice.

Variația pierderilor de căldură ale corpului omenesc este dirijată de centrul termoregulator, care poate realiza modificarea debitului sanguin în vasele din zona periferică. Aceasta influențează schimbul termic cu mediul, prin faptul că transportul căldurii se realizează prin convecție sanguină. În condiții de vară, temperatura aerului interior este influențată de: volumul încăperii, de suprafață, orientarea și sistemul de protecție termică a ferestrelor, caracteristicile anvelopei (rezistență la transfer termic, inerție termică) suprafața și inerția termică a

elementelor interioare și poziția încăperii în clădire.

Pe baza analizei balanței termice a corpului omenesc s-a introdus cuantificarea confortului. Indicele de confort, pentru un mediu favorabil din punct de vedere termic, depinde de natura activității, rezistența termică a îmbrăcăminții, temperatura aerului interior, umiditatea relativă a aerului interior, temperatura medie radiantă a suprafeței de închidere și compartimentare, viteza de mișcare a aerului interior și de transferul termic prin convecție între corpul omenesc și mediu.

Asigurarea confortului termic, în special prin temperatura medie radiantă a suprafețelor de închidere și compartimentare reprezintă o cerință de prim ordin în proiectarea izolării termice a anvelopei, care se compune din elementele perimetrice ce delimitează volumul încălzit al clădirii de exterior și/sau de spații neîncălzite.

Economie de combustibil pentru încălzire

Izolarea termică influențează asupra micșorării pierderilor de căldură, deci implicit reduce consumul de energie pentru încălzirea clădirilor. Mărirea protecției termice se poate realiza prin utilizarea la elementele opace a materialelor termoizolatoare eficiente cu grosimi sporite și prin folosirea elementelor vitrate duble sau triple cu etanșare sporită. La aceasta se adaugă și folosirea unei instalații de încălzire

performante. Aceasta va conduce la mărirea nesemnificativă a costului de investiții dar va reduce substanțial consumul de combustibil în exploatare. Efectele economice ale îmbunătățirii izolației termice pot fi evaluate prin numărul de ani în care se recuperează surplusul de investiții prin combustibilul economisit în exploatare și în continuare la o amortizare mai rapidă a costului de investiții a clădirii.

9.1.2. TRANSMITEREA CĂLDURII PRIN ELEMENTELE DE CONSTRUCȚIE

Moduri de transmitere a căldurii

Studiul problemei de transfer ale căldurii, funcție de variația temperaturii cu timpul, în construcții, poate fi abordat în ipotezele regimului staționar și nestaționar. În cazul regimului termic staționar temperatura nu variază cu timpul, iar regimul termic nestaționar este caracterizat de variația temperaturii în timp. Datorită variației temperaturii mediului înconjurător, a utilizării materialelor cu masă redusă și a structurilor în straturi apare necesară realizarea calculului în ipoteza regimului termic nestaționar.

Iarna transmisia căldurii se va realiza de la interiorul clădirii spre exterior ($T_i > T_e$) iar vara acest transfer se va efectua de la aerul exterior (în special în timpul zilei) spre interiorul clădirii ($T_e > T_i$).

Transmisia căldurii prin elementele de construcții se efectuează prin conducție, convecție și radiație (fig. 9.1.1).

Conducția este transmiterea căldurii propriu corpurilor solide sau fluide deci a elementelor de construcție, care sunt corpuri capilare-poroase și cu cavități mari. Conducția, în scheletul solid sau prin amestecul de aer-apă din cavități, are loc prin transmisia energiei cinetice a moleculelor ce vibrează în jurul poziției lor de echilibru. Deci transmisia prin conducție are loc prin transferul electronic, prin oscilațiile particolelor componente și prin radiația între particolele elementare învecinate.

Transmisia căldurii Φ (J) prin conducție la straturi omogene, în regim staționar este direct proporțională cu: coeficientul de conductivitate termică λ (W/mK); suprafața elementului A (m²); temperatura suprafeței interioare și respectiv exterioare a elementelor de construcție T_{si} , T_{se} (°C, K); timpul τ (h) și invers proporțională cu grosimea elementului d (m). Caracterizarea este în relația (pe baza ecuației lui Fourier):

$$\Phi = \lambda \cdot \frac{A(T_{si} - T_{se})}{d} \cdot \tau \quad (9.1)$$

Convecția este un mod de transmisie a căldurii, care se realizează prin deplasarea unui fluid. Convecția explică fenomene ca: ventilația naturală, încălzirea încăperii prin pardoseală (aerul cald se dilată, devine mai ușor și se ridică spre tavan), circulația apei calde în rețeaua instalației de încălzire. Transmisia apare între suprafața elementului de construcție de la interior și/sau de la exterior și aerul înconjurător. Cantitatea de căldură primită sau cedată la suprafața de

contact a elementului de construcție cu mediul înconjurător, se determină pe baza legii lui Newton:

$$q_i = \alpha_i \cdot (T_i - T_{si}) \quad (9.2)$$

$$q_e = \alpha_e \cdot (T_{se} - T_e) \quad (9.3)$$

în care:

q_i, q_e - fluxul termic prin convecție primit sau cedat (W/m²);

$T_i - T_{si}$ - diferența de temperatură la primire (K);

$T_{se} - T_e$ - diferența de temperatură la cedare (K);

α_i, α_e - coeficient de transfer termic prin convecție la suprafața interioară sau exterioară (W/m²+K).

Coeficientul de transfer termic prin convecție la suprafață depinde de: viteza aerului din vecinătatea suprafeței, de natura și forma suprafeței, de poziția suprafeței în raport cu direcția fluxului de căldură transmis prin convecție (fig. 9.1.1).

Radiația transmite căldura sub formă de unde electromagnetice. Rugozitatea, culoarea și forma elementelor de construcție au o mare influență asupra capacității corpurilor de a emite, absorbi sau reflecta radiațiile termice. Fenomenul de radiație apare la diferențe mari de temperatură între corpurile de încălzire.

Densitatea fluxului de căldură radiantă este, conform relației Stephn-Boltzmann, direct proporțională cu temperatura absolută (t) la puterea a patra și coeficientul de radiație:

$$q_r = c_r \cdot \left(\frac{t}{100} \right)^4 \quad (W/m^2) \quad (9.4)$$

Transmisia căldurii printr-un perete exterior

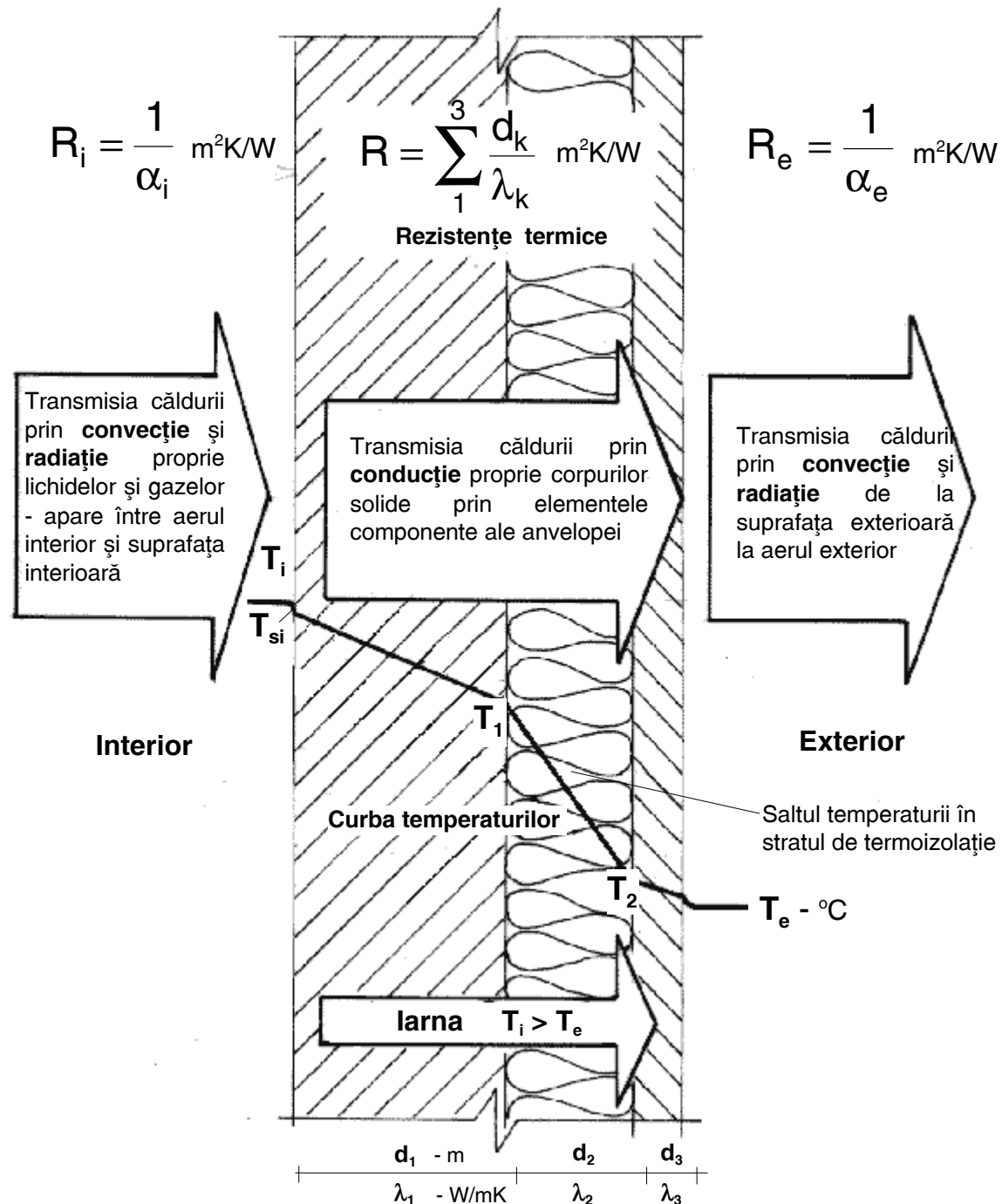


Fig. 9.1.1 Moduri de transmisie a căldurii printr-un perete exterior alcătuit din trei straturi

Cantitatea de căldură primită prin radiație de la aerul interior la suprafața interioară a elementului de construcție sau cea transmisă de suprafața exterioară a aerului exterior este:

$$q_r = c_r \cdot A \left[\left(\frac{t_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_2}{100} \right)^4 \right] \text{ (W)} \quad (9.5)$$

în care:

c_r - coeficientul de radiație ($\text{W/m}^2, \text{K}^4$);

A suprafața care radiază sau primește căldură (m^2);

$t_1 = T_i + 273$ sau $t_2 = T_{se} + 273$ - temperatura absolută a aerului încăperii sau a suprafeței exterioare a elementului de construcție (K);

$t_2 = t_{si} + 273$ sau $t_2 = t_e + 273$ - temperatura absolută a suprafeței interioare a elementului de construcție sau a aerului exterior (K).

Caracteristici pentru calculul termic

Principalele caracteristici necesare dimensionării termice a elementelor de construcții sunt: temperatura (T - $^{\circ}\text{C}$), conductivitatea termică (ρ - W/mK), capacitatea calorică masică (c - J/kgK), densitatea aparentă a materialului (ρ - kg/m^3) și coeficientul de transfer termic superficial ($*$ - $\text{W/m}^2, \text{K}$).

Temperatura aerului interior sau exterior se măsoară cu ajutorul termografelor înregistratoare, iar temperatura suprafeței elementelor de construcție se determină cu potențiometre cu mai multe canale și dispozitive cu termocuple.

Coeficientul de conductivitate termică ρ (W/mK) este o caracteristică

termofizică importantă a materialelor de construcții și variază între valorile $0,035 \dots 3 \text{ W/mK}$. Conductivitatea termică a materialelor de construcții este influențată de: densitate, structură internă, starea de îndesare, umiditate și temperatură. Astfel, coeficientul de conductivitate termică (ρ) crește cu densitatea aparentă și scade cu porozitatea materialului. În cazul materialelor poroase ($\rho_{aer} = 0,023 \text{ W/mK}$), transferul de căldură are loc atât prin conducție (în scheletul solid și în amestecul de aer și apă ce umplu cavitățile), cât și prin convecție (datorită mișcării aerului în cavități sub influența diferențelor de densitate din vecinătatea pereților cu temperaturi diferite).

Materialele de construcții cu porii mari sunt mai puțin eficiente ca izolare termică decât materialele cu porii mici, deoarece cantitatea de căldură schimbată prin convecție și radiație prin porii mari este mai mare decât prin cei mici. Conductivitatea termică este influențată de forma porilor, de exemplu la materialele cu structură fibroasă cum este lemnul, ρ este mai mare în direcția paralelă cu fibrele în comparație cu cea perpendiculară pe fibre.

Coeficientul de conductivitate termică crește cu umiditatea datorită faptului că aerul din pori ($\rho = 0,023 \text{ W/mK}$) este înlocuit de apă ($\rho = 0,57 \text{ W/mK}$) cu o conductivitate de 25 de ori mai mare.

Conductivitatea termică variază direct proporțional cu temperatura, conform relației:

$$\lambda_t = \lambda_0(1 + \beta \cdot T_{med}) \quad (9.6)$$

în care:

α_T coeficientul de conductivitate termică la temperatura T(W/mK);

α_0 coeficientul de conductivitate termică la 0°C (W/mK);

β - coeficientul ce exprimă creșterea coeficientului de conductivitate pentru 1K;

T_{med} temperatura medie de exploatare a elementului de construcție (°C).

Determinarea experimentală a coeficientului de conductivitate termică (9) este mai sigură în regim staționar, pentru că proba de material este supusă, după un timp de la începerea experimentărilor, unor diferențe de temperatură stabile. Metoda plăcii, prin folosirea aparatului Dr.Bock, utilizează probe sub formă de plăci cu dimensiunea 25x25 cm și grosimi până la 8 cm. Probele se introduc între două suprefețe cu temperaturi constante dar diferite. Una din plăci este rece sub influența unui circuit de apă, iar cealaltă este caldă, temperatura fiind asigurată pe cale electrică.

Coeficientul de conductivitate termică se determină cu relația:

$$\lambda = \frac{q \cdot d}{\Delta T - q \cdot w} \quad (W/mK) \quad (9.7)$$

în care:

q fluxul termic(w/m²);

d grosimea probei(mm);

ΔT diferența temperaturilor medii ale suprafețelor calde și reci ale probei de material (°K);

w constantă ce stabilește suma rezistențelor termice ale aparatului $w = 3 - (m^2K/W)$.

Dimensiunile relativ mari ale probelor permit ca în rezultat să se reflecte structura materialului.

În calcule se utilizează un coeficient echivalent de conductivitate termică, care are valori mai mari ca cele determinate cu aparatul Dr. Bock în regim staționar. Acest coeficient corespunde umidității de echilibru și temperaturii medii în condiții de exploatare.

La unele elemente de construcții cum sunt zidăriile (blocuri și mortar) se va utiliza la modelul geometric o conductivitate termică echivalentă a celor două materiale:

$$\lambda_{ech.} = \frac{\sum \lambda_j A_j}{\sum A_j} (Wm / K) \quad (9.8)$$

în care:

$\lambda_j A_j$ - conductivitate termică și aria materialelor componente.

Capacitatea calorică masică este o caracteristică ce intervine în relațiile de calcul în legătură cu capacitatea de acumulare a căldurii.

Valoarea capacității calorice masice la unele materiale este: beton 840 J/kg,K; cărămidă 870 J/kg,K; ipsos 840 J/kg,K; lemn 2510 J/kg,K; metal 480 J/kg,K; materiale plastice 1460 J/kg,K; apa 4190 J/kg,K.

Se poate considera că masele mari de apă (având capacitatea calorică masică cea mai ridicată), se manifestă în timpul iernii ca un rezervor de căldură

și atenuează variațiile de temperatură sezoniere.

Transfer termic prin elemente de construcție în straturi

Să analizăm un element de închidere, perete exterior, realizat din mai multe straturi. Pentru structura din fig. 9.1.1 se consideră că densitatea fluxului termic este constantă ($q_1=q_2=q_3=q$) în cadrul transmisiei căldurii prin conducție în regim staționar:

$$q = \frac{\lambda_1}{d_1} (T_{s_i} - T_1) \rightarrow T_{s_i} - T_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} \cdot q \quad (9.9)$$

$$q = \frac{\lambda_2}{d_2} (T_1 - T_2) \rightarrow T_1 - T_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} \cdot q \quad (9.10)$$

$$q = \frac{\lambda_3}{d_3} (T_2 - T_{s_e}) \rightarrow T_2 - T_{s_e} = \frac{d_3}{\lambda_3} \cdot q \quad (9.11)$$

se adună relațiile obținându-se:

$$T_{s_i} - T_{s_e} = q \left(\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \right) \quad (9.13)$$

În câmpul termoizolant, densitatea fluxului termic este stabilită de relația:

$$q = \frac{T_{s_i} - T_{s_e}}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3}} = \frac{T_{s_i} - T_{s_e}}{R_{st}} \quad (9.14)$$

Deci densitatea fluxului termic la transmisia căldurii prin conducție este egală cu raportul între diferența de temperatură dintre suprafețele extreme ($T_{s_i} - T_{s_e}$) și rezistența specifică la permeabilitate termică (R_{st}).

Rezistența specifică la permeabilitatea termică a elementului de construcție, alcătuit din trei straturi, se determină cu relația:

$$R_{st} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \quad (m^2K/W) \quad (9.15)$$

în care:

d_1, d_2, d_3 grosimi de calcul, a straturilor la materiale care suferă tasări sau topiri la punerea în operă, grosimea d se consideră în studiul final (m);

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ conductivități termice de calcul (W/m,K);

Analizând transmisia căldurii printr-un element de construcție ce separă două medii cu temperaturi diferite, în regim termic staționar - densitatea fluxului termic constantă - se deosebesc trei zone.

Zona I - în care transmisia căldurii se face prin convecție și radiație de la aerul interior (T_i) la fața interioară a elementului (T_{s_i})

$$q_i = \alpha_i (T_i - T_{s_i}) \quad (W/m^2) \quad (9.16)$$

în care:

* α_i coeficient de transfer termic prin suprafața interioară (W/m²,K);

Zona II - în care transmisia căldurii se realizează prin conducție de la suprafața mai caldă la suprafața mai rece.

$$q_{II} = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{d_i} (T_{s_i} - T_{s_{e_i}}) \quad (W/m^2) \quad (9.17)$$

Semnificațiile sunt aceleași ca și în relațiile 9.14, 9.15.

Zona III - în care transmisia căldurii se face prin convecție și radiație de la suprafața exterioară a elementului (T_{s_e}) la aerul exterior (T_e)

$$q_{III} = \alpha_e \cdot (T_{s_e} - T_e) \quad (W/m^2) \quad (9.18)$$

în care:

*_e coeficient de transfer termic prin suprafața exterioară (W/m²,K);

În regim staționar fluxul termic este constant:

$$q_I = q_{II} = q_{III} = q \quad (9.19)$$

$$T_i - T_{s_i} = \frac{1}{\alpha_i} \cdot q \quad (9.20)$$

$$T_{s_i} - T_{s_e} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} \cdot q \quad (9.21)$$

$$T_{s_e} - T_e = \frac{1}{\alpha_e} \cdot q \quad (9.22)$$

Se adună relațiile și se obține:

$$T_i - T_e = q \cdot \left(\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e} \right) \quad (9.23)$$

$$T_i - T_e = q \cdot R \quad (9.24)$$

Rezistența termică specifică (R m²,K/W) a elementelor de construcție se determină cu relația:

$$R = R_{s_i} + R_s + R_{s_e} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e} \quad (9.25)$$

Determinarea distribuției temperaturii din straturile de separație ale elementelor de construcție (fig. 9.1.2), în cazul fluxului termic constant se realizează cu relația ce se obține astfel:

$$q = \frac{1}{R_{s_i}} (T_i - T_{s_i}) = \frac{1}{R_{s_i}} (T_{s_i} - T_i) = \dots = \frac{1}{R} (T_i - T_e) \quad (9.26)$$

Se egalează fiecare termen al expresiei cu ultimul se obține:

$$\frac{1}{R_{s_i}} (T_i - T_{s_i}) = \frac{1}{R} (T_i - T_e) \quad (9.27)$$

$$T_{s_i} = T_i - \frac{R_{s_i}}{R} (T_i - T_e) \quad (9.28)$$

Stratul 1:

$$T_1 = T_i - \frac{R_s + R_{s_i}}{R} (T_i - T_e) \quad (9.29)$$

Stratul k:

$$T_k = T_i - \frac{R_s + R_{s_k}}{R} (T_i - T_e) \quad (9.30)$$

Rezistența termică a stratului de aer

Acesta variază ($\alpha_{aer}=0,023$ W/mK) variază funcție de: grosimea stratului (10 mm 0,14 m²,K/W; 100mm 0,17 m²,K/W); poziția elementului de construcție - orizontal (50 mm 0,18 m²,K/W) vertical (50 mm 0,16 m²,K/W); direcția fluxului termic, de exemplu într-un strat orizontal, de jos în sus (25mm 0,16 m²,K/W)sau de sus în jos (25mm 0,19 m²,K/W), temperatura și umiditatea aerului.

Grosimea optimă în cazul izolării termice, a stratului de aer este de 10 30mm. La grosimi ce depășesc 50mm rezistența termică a aerului este influențată de schimburile de căldură prin convecție. Eficiența termică a straturilor de aer este mărită dacă se etanșează elementele de construcții pentru a se evita circulația aerului.

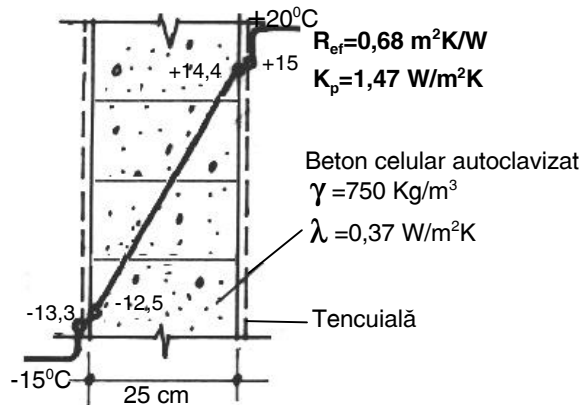
9.1.3. DIMENSIONAREA TERMICĂ A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE

Calculul pentru perioada de iarnă. Scopul dimensionării termice este asigurarea cerințelor de confort, reducerea de combustibil necesar încălzirii și micșorarea poluării atmosferei de la gazele arse.

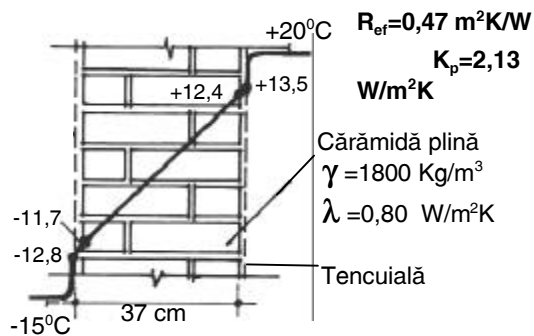
Pierderile de căldură prin elementele de închidere exterioară trebuie să fie în limita unor valori optime.

Distribuția temperaturilor în pereții exteriori

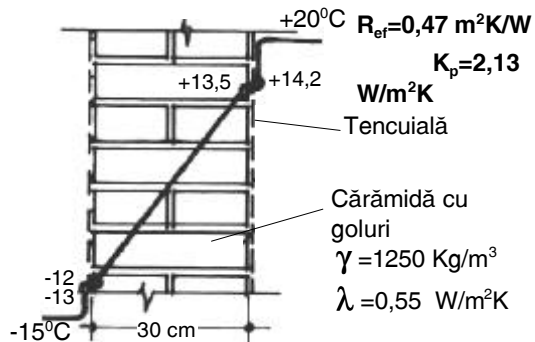
1. Pereți de zidărie din blocuri de beton celular autoclavizat



2. Pereți de zidărie din cărămidă plină



3. Pereți de zidărie din cărămidă cu goluri



4. Pereți din panouri prefabricate din beton armat

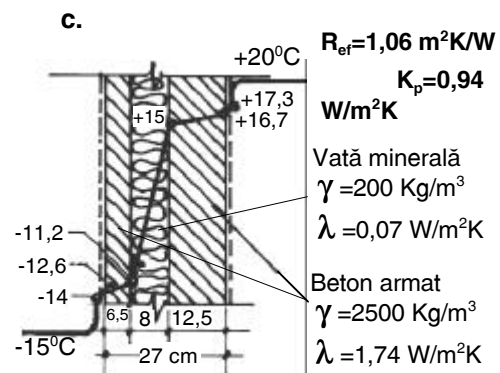
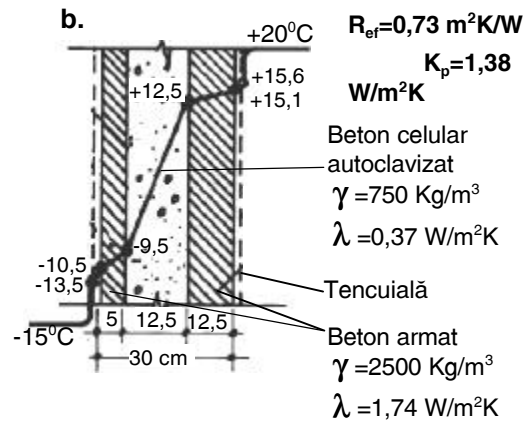
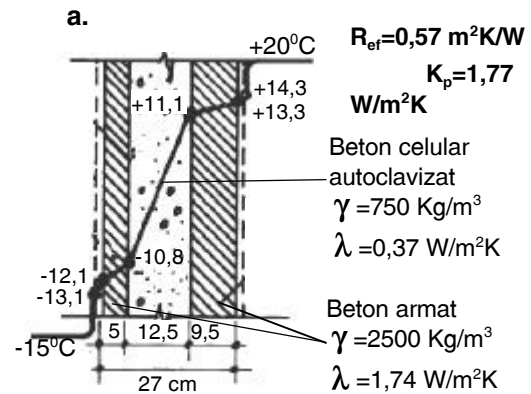


Fig. 9.1.2. Distribuția temperaturilor în anvelopa clădirii. Pereți de zidărie (1, 2, 3). Pereți din beton armat (4.a, 4.b, 5)

Aceasta implică respectarea relațiilor:
 $R' \geq R'_{nec}$
 în care:

R - rezistența termică specifică pe ansamblul elementelor de construcții;

R_{nec} rezistența minimă necesară din considerente igienico-sanitare ce se calculează cu relația:

$$R'_{nec} = \frac{T_i - T_e}{\alpha_i \cdot \Delta T_{imax}} \quad (m^2K/W) \quad (9.31)$$

în care:

T_i - temperatura aerului interior ($^{\circ}C$);

T_e temperatura convențională a aerului exterior ($^{\circ}C$);

α_i coeficientul de transfer termic prin suprafață, la interior;

$\Delta T_{imax} = (T_i - T_{si})_{max}$ diferența maximă de temperatură admisă între temperatura aerului interior și temperatura medie a suprafeței interioare a elementului de construcție, în funcție de destinația clădirilor și încăperilor.

Dimensionarea termică a elementelor de închidere exterioare a clădirilor se mai poate face considerând valorile lui R_{nec} din tabelul de mai jos:

Tabelul nr. 9.1

Poziția elementului de construcție în clădire	Zone climatice		
	I	II	III
Acoperiș tip terasă	1,46	1,54	1,63
Pod	1,37	1,46	1,54
Planșeu peste subsol	0,68	0,77	0,86
Pereți exteriori	1,16	1,20	1,24

Încadrarea localităților în una din cele trei zone climatice în condiții de iarnă se face conform hărții din standard.

Temperaturile exterioare de calcul reprezintă valori convenționale de calcul ce satisfac exigențele din practică. Pierderile de clădură depind de diferența dintre temperatura interioară și cea exterioară și de durata de acționare a acestor diferențe. Acestea se exprimă în grade-ore, de exemplu pentru Iași (zona II; $-15^{\circ}C$) avem 2000 grade-ore conform înregistrărilor dintr-o iarnă convențională.

Calculul pentru perioada de vară se realizează considerând și influența radiației solare, care are o pondere ridicată pe suprafețele pereților orientați spre sud, vest dar și la acoperișuri.

Temperatura exterioară este indicată într-o zonare a țării cu temperaturi medii ale aerului măsurate la ora 14, în luna cea mai călduroasă a anului.

În calcul se consideră o temperatură exterioară echivalentă, care înglobează temperatura aerului și influența radiației solare.

Temperatura aerului exterior este inferioară temperaturii suprafeței expuse, care este influențată de: natura și culoarea suprafeței, orientarea și caracteristicile suportului. Exemple de intensități ale radiației, care depind de natura și structura suprafețelor: corp absolut negru $4,9 \text{ Kcal/m}^2 \cdot h$, beton brut sau carton asfaltat $4,5 \text{ Kcal/m}^2 \cdot h$, folie de aluminiu $0,26 \text{ Kcal/m}^2 \cdot h$.

Suprafețele cu absorbție mare au și o emisie mare a radiației proprii, iar cele cu capacitate de reflexie mare posedă o radiație proprie mică.

Temperatura superficială pe acoperișurile terasă, acoperite cu hidroizolație de culoare închisă, este de 70°C datorită radiațiilor solare, la o temperatură a aerului de +25°C.

Orientarea pereților exteriori, în toate anotimpurile, influențează asupra fluxului de căldură.

Radiația solară, pe un perete cu diferite orientări măsurată în luna iulie la o latitudine de peste 50° este indicată în

Tabelul nr.9. 2

Orientarea	NE	E	SE	S	SV	V	NV	N
Perioada din zi (între orele)	5-10	5-11	5-13	8-16	11-19	13-19	14-19	17-19
Radiația solară m.t.h/m ² +h	1677	2740	2670	1980	2670	2740	1677	225

Inerția termică

Inerția termică a elementelor exterioare de construcție are rolul de a amortiza efectele variațiilor de temperatură, în cadrul transferului de căldură, în regimul termic nestaționar.

Stabilitatea termică se apreciază prin amortizarea oscilațiilor de temperatură, care se exprimă prin raportul între amplitudinea temperaturii suprafeței exterioare și cea a suprafeței interioare a elementului de construcție.

Capacitatea de acumulare sau de cedare termică a elementelor de construcție este funcție de: conductivitatea termică, capacitatea calorică masică, densitatea specifică aparentă, grosime și de diferența de temperatură.

La elementele de construcție, în straturi, ce fac parte din anvelopa clădirii, stratul cu inerția termică mare se pozează la interior, ceea ce conduce la o acumulare de căldură mai mare și la variații mici ale temperaturii aerului interior, datorită oscilațiilor temperaturii aerului exterior.

Stratul interior are rol de volant termic, acumulând căldură în timpul funcționării instalației de încălzire, pe care o cedează aerului interior în perioada când instalația nu funcționează.

Inerția termică, caracterizată prin numărul undelor de temperatură ce pătrund în grosimea elementului, va conduce la aprecierea capacității de acumulare sau cedare a căldurii.

Indicele de inerție termică, a elementelor de construcție cu mai multe straturi se calculează cu relația:

$$D = \sum_{j=1}^n R_j \cdot s_j \quad (9.32)$$

în care:

R_j rezistența la transfer termic a stratului j (m²K/W);

s_j coeficientul de asimilare termică a materialului stratului j (W/m²K);

Coeficientul de asimilare termică ce caracterizează capacitatea de asimilare a căldurii (pentru perioada oscilațiilor fluxului termic de 24 de ore) de către materialele de construcții, se determină cu relația:

$$s = 8,5 \cdot 10^{-3} \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho} \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad (9.33)$$

în care:

- 9 - coeficientul de conductivitate termică ($W/m\cdot K$);
- c capacitatea calorică masică la presiune constantă ($J/kg\cdot K$);
- ρ - densitatea aparentă a materialului (kg/m^3);

Materialele termoizolatoare, cu greutate redusă, au valorile lui s mici (polistiren expandat $s = 0,29 W/m^2K$) iar materialele grele cu ρ și λ mare au valoarea lui s mare (oțel de construcție $s=125,74 W/m^2K$).

Indicele de inerție termică, ce caracterizează masivitatea sau capacitatea de acumulare sau cedare a elementelor de construcții, conduce la următoarea clasificare:

- $D < 4$ elemente cu masivitate mică;
- $4 < D < 7$ elemente cu masivitate mijlocie;
- $D > 7$ elemente cu masivitate mare.

Inerția termică a elementelor de construcție reprezintă capacitatea de a întârzia, un interval de timp, oscilațiile termice în interiorul încăperilor datorită acțiunii termice exterioare.

Întârzierea încălzirii încăperilor, în timp de vară, se realizează cu un defazaj al oscilațiilor termice de 8 ore. Pereții exteriori supuși unei durate mici a radiațiilor solare impun o valoare redusă a defazajului în perioadă de vară și o valoare mai mare în perioadă de iarnă.

Punți termice

Punțile termice sunt zone a elementelor de construcție din anvelopă cu structuri neomogene prin care propagarea căldurii este mai intensă.

Temperatura suprafeței interioare a punților termice, în perioada de iarnă, este mai coborâtă ca temperatura din zonele curente favorizând condensarea vaporilor de apă.

Punțile termice se întâlnesc, în practică, frecvent, la îmbinările elementelor de construcții sau acolo unde în grosimea anvelopei sunt incluse elemente de rezistență (fig. 9.3).

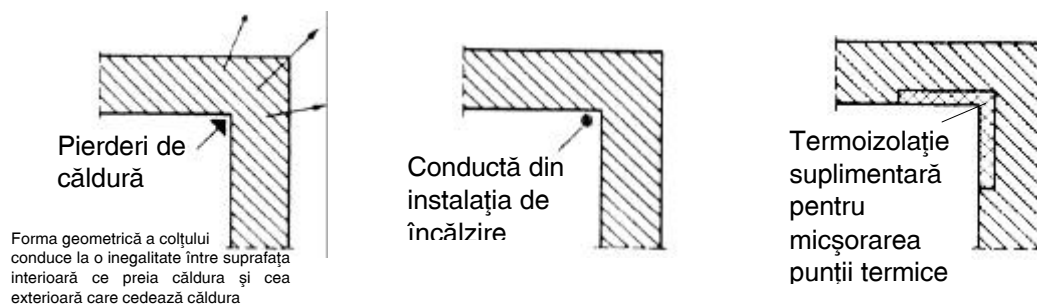
Exemplificări de punți termice: buiandrugi, sâmburi din beton armat, nervurile de legătură între straturile din beton armat la panourile mari prefabricate sau diafragmele monolite, la intersecția elementelor portante verticale între ele sau în zona rezemării planșeelor. Punțile termice pot fi: totale, pe toată grosimea elementului, parțiale și de colț.

Scopul concepției higrotermice optime a anvelopei cu punți termice este evitarea condensării vaporilor de apă pe suprafața interioară. Micșorarea fluxului termic în dreptul punților termice se realizează printr-o proiectare higrotermică corespunzătoare finalizată prin adoptarea unor alcătuiți constructive eficiente.

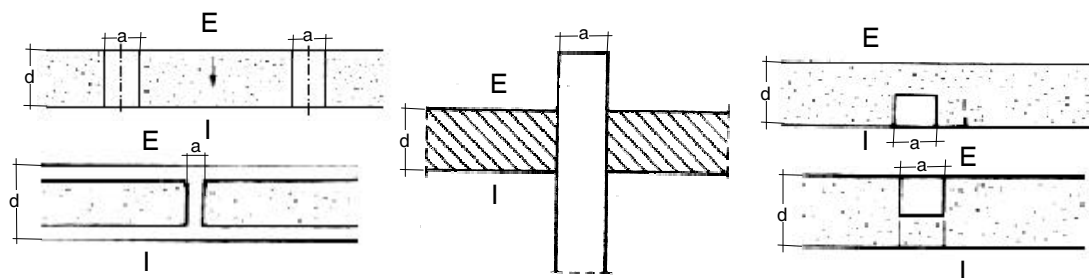
Pentru obținerea unei temperaturi cât mai uniforme a suprafeței interioare a anvelopei, în zona punților termice se va dispune termoizolația suplimentară pe suprafața rece, se va micșora lățimea punții termice, se va mări distanța între punți și se va majora rezistența termică în secțiunea curentă a elementului de construcție.

Punți termice

I. Punte termică la colțul elementului de anvelopă



II. Punți termice în elementele anvelopei



III. Caracteristicile geometrice și higrotermice ale punții termice

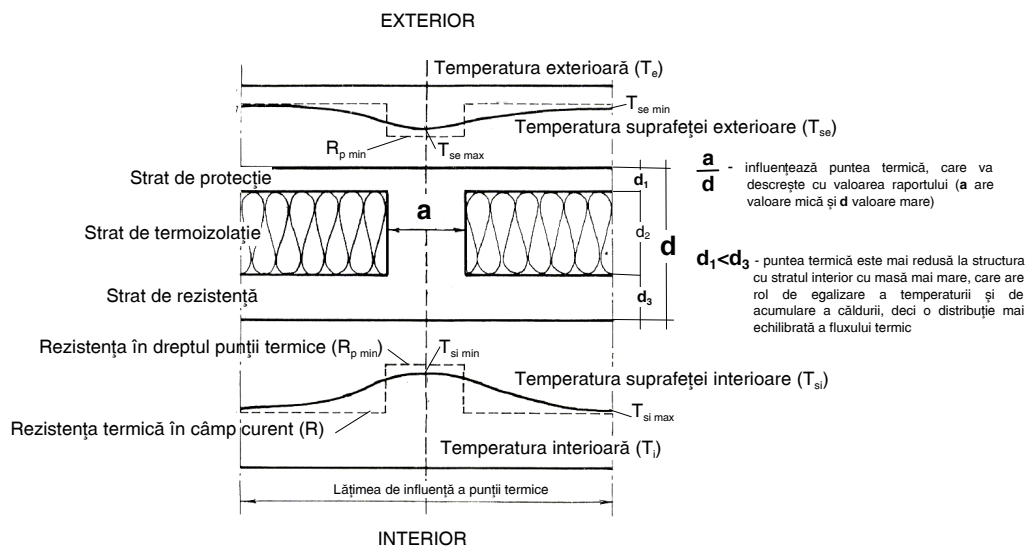


Fig. 9.3 Punți termice în elementele anvelopei, de colț (I), curente (II), caracteristici (III)

Comportarea higrotermică a punții termice este considerată corespunzătoare dacă sunt satisfăcute relațiile:

$$T_{si}(T_{simin}, T_{sicolt}) \geq \theta_r \quad (9.34)$$

în care:

T_{simin}, T_{sicolt} - temperatura suprafeței interioare în dreptul punții termice (°C);

θ_r - temperatura de rouă (°C);

T_{si} - temperatura suprafeței interioare (°C);

În zona punții termice, câmpul de temperatură prezintă o variație plană sau spațială, iar analiza comportării din punct de vedere termic se realizează prin calcul analitic direct, sau utilizarea programelor de calcul automat.

Rezistența termică în dreptul punții termice este mai mare decât cea calculată considerând puntea ca un element independent (fără influența favorabilă a zonelor învecinate) și este mai mică decât rezistența termică calculată pentru porțiunea curentă a elementului de construcție: $R' > R_{min}$ și $R' < R_{max}$.

Temperatura pe suprafața interioară a punții termice se determină cu relația:

$$T_{simin} = T_i - (T_i - T_e) \frac{R_i}{R_{min}} \quad (9.35)$$

în care:

T_i - temperatura aerului interior (°C);

T_e - temperatura convențională a aerului exterior (°C);

R_i - rezistența la transfer termic pe suprafața interioară ($m^2 \cdot K/W$);

R_{min} - rezistența termică în zona punții termice ($m^2 \cdot K/W$);

Temperatura determinată cu această relație trebuie să satisfacă inegalitatea:

$$T_{simin} > \theta_r \quad (9.36)$$

Punțile termice totale conduc la căderi mari de temperatură pe fața interioară a anvelopei. Aceste temperaturi se măresc odată cu creșterea lățimii punții termice.

Influența punții termice în cadrul anvelopei clădirii descrește cu micșorarea raportului între lățimea punții termice și grosimea totală a anvelopei.

Se recomandă ca stratul de rezistență din beton armat (la panouri mari și diafragme) cu inerție termică mare să fie amplasat la interior pentru a îndeplini rolul de volant termic prin acumulare de căldură și uniformizare a temperaturii pe fața interioară a anvelopei.

Corectarea punților termice se realizează cu termoizolație eficientă (coeficient de conductibilitate și densitate mică) dispusă la exterior. Se recomandă ca aceste materiale termoizolatoare să aibă rezistență mare la permeabilitate la vaporii de apă. Lățimea termoizolației e necesar să depășească pe cea a punții termice.

9.1.4. CALCULUL COEFICIENTULUI GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ LA CLĂDIRI DE LOCUIT

Calculul coeficientului global de izolare termică va conduce la o concepție rațională a clădirii datorită micșorării pierderilor de căldură prin anvelopă, la care se adaugă pierderile de căldură datorită ventilării aerului și infiltrației aerului exterior prin rosturile clădirii.

Acest calcul conduce la stabilirea nivelului de performanță termotehnică a întregii clădiri și compararea cu valoarea normată stabilită în scopul micșorării consumului de energie pentru încălzirea clădirii în perioada exploatarei.

Anvelopa separă volumul încălzit al clădirii de: aerul exterior, sol, încăperi neîncălzite (sau puțin încălzite), spații cu alte funcțiuni, alte clădiri.

Coeficientul global de izolare termică se determină cu relația:

$$G = \frac{\sum_{j=1}^n L_j \cdot \tau_j}{V} + 0,34 \cdot n \quad (\text{W/m}^3\text{K}) \quad (9.37)$$

în care:

L coeficient de cuplaj termic; se determină cu relația:

$$L = \frac{A}{R'_m} \quad (\text{W/K}) \quad (9.38)$$

τ - factorul de corecție al temperaturilor exterioare; se determină cu relația:

$$\tau = \frac{T_i - T_u}{T_i - T_e} \quad (9.39)$$

în care:

T_i , T_e temperatura interioară și exterioară de calcul ($^{\circ}\text{C}$);

T_u temperatura în spațiile neîncălzite din exteriorul anvelopei determinată pe baza unui calcul al bilanțului termic ($^{\circ}\text{C}$);

Valorile lui τ se pot considera (în faza preliminară de proiectare): 0,9 - rosturi deschise, poduri; 0,5 - rosturi închise, subsoluri neîncălzite; 0,8 - tâmplărie exterioară, balcoane, logii închise.

V volumul interior, încălzit, al clădirii (m^3);

0,34+n pierderile de căldură aferente unor condiții normale de reîmprospătare a aerului interior și cele corespunzătoare infiltrațiilor aerului exterior prin rosturile tâmplăriei exterioare;

0,34 valoarea produsului între capacitatea calorică masică și densitatea aparentă a aerului ($c_{a, -1a} = 1000 + 1,23 = 1230 / 3600 = 0,34 \text{ Wh/m}^3\text{K}$);

n viteza de ventilare naturală a clădirii (număr de schimburi de aer pe oră);

Valorile lui n se consideră, funcție de categoria de clădiri (individuale, cu mai multe apartamente), clasa de adăpostire (neadăpostite, moderat adăpostite, adăpostite) și clasa de permeabilitate (ridică, medie, scăzută) funcție de etanșarea tâmplăriei exterioare.

Schimburi normale de aer se realizează prin neetanșeitățile tâmplăriei, deschiderea ușilor și ferestrelor exterioare, sisteme speciale de ventilare naturală. Pierderile suplimentare de căldură se realizează datorită pătrunderii aerului exterior prin

rosturile neetanșe ale tâmplăriei exterioare (între partea mobilă și fixă). Aceste pierderi de căldură sunt influențate de: vânt, curenți de aer interiori și exteriori ce se produc prin ferestrele amplasate pe ambele fațade ale clădirii.

A - aria elementului de construcție cu rezistență termică specifică corectată medie (m^2).

Aria anvelopei clădirii se consideră suma ariilor elementelor de construcții perimetrice ale clădirii prin care au loc pierderile de căldură.

Aceste suprafețe sunt: partea opacă a pereților exteriori, partea adiacentă a rosturilor ferestrelor și ușilor exterioare, pereții vitrați și luminatoarele, planșeu-terasă sau pod, planșeu peste subsol, plăci și pereți în contact cu solul, planșee peste ganguri de trecere, pereți și planșee ce separă spații neîncălzite.

Ariile anvelopei se determină astfel: aria pereților exteriori considerând dimensiunile interioare în plan, iar pe verticală dimensiunea între pardoseala parterului și tavanul ultimului etaj; aria tâmplăriei exterioare are la bază dimensiunile nominale ale golurilor din pereți; la ariile planșeelor terasă sau subsol se consideră dimensiunile interioare, în cazul suprafețelor înclinate se va lua aria reală. În calcul se ignoră pereții interiori și planșeele intermediare.

R'_m - rezistența termică specifică corectată, medie, pe întreaga clădire, a unui element de construcție din anvelopă (m^2K/W).

Rezistența termică specifică medie se determină cu relația:

$$R'_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j}{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U'_j} \quad (m^2K/W) \quad (9.40)$$

în care:

U'_j - coeficient de transfer termic corectat corespunzător suprafeței A_j .

Pentru determinarea rezistenței termice corectate, medii pe ansamblul clădirii ale elementelor de construcții ce alcătuiesc anvelopa, se va lua în considerare influența tuturor punților termice.

Principalele punți termice ale anvelopei sunt: elementele de rezistență de la pereți: stâlpi, grinzi, plăci-balcoane, buiandrugi, conturul tâmplăriei; la planșee-terasă și poduri: atice, streașini, cornișe, coșuri; la planșee peste subsol: pereți structurali, racordarea cu soclu; plăcile în contact cu solul unde termoizolația este întreruptă.

Influența punților termice se poate evalua printr-un calcul simplificat (în faza preliminară de proiectare) reducând global rezistențele termice astfel: la pereții exteriori 20-45%; planșee-terasă 15-25%; planșee peste subsoluri 25-35%; rosturi 10-20%. Mărirea gradului de confort termic și reducerea consumului de energie în exploatare va conduce la $R'_m > R'_{min}$. Rezistențele termice minime R'_{min} (m^2K/W) ale elementelor componente ale anvelopei sunt: pereți exteriori -1,40;

tâmplărie exterioară - 0,50; planșeu-terasă (pod) 3,00; planșeu peste subsol - 1,65; plăci peste sol - 4,50; perete adiacent rosturilor - 1,1.

Coeficientul global normat de izolare termică (GN) se determină funcție de numărul de niveluri și raportul între aria anvelopei și volumul clădirii. Valorile acestui coeficient variază între 0,41...0,95 W/m³K. Nivelul de izolare termică globală a clădiri se realizează dacă:

$$G \leq GN \quad (9.41)$$

Factorii geometrici ce influențează izolarea termică a clădirii sunt: raportul între perimetrul clădirii și aria în plan limitată de acest perimetru; raportul între suprafața tâmplăriei exterioare și aria totală a pereților exteriori; retragerile gabaritice și variațiile în plan ale suprafeței clădirii de la nivel la nivel.

9.II. COMBATEREA UMEZIRII DIN CONDENS

9.II.1. GENERALITĂȚI

Difuzia vaporilor de apă în clădiri.

Studiul comportării elementelor de construcții la difuzia și migrația vaporilor de apă, prezintă importanță în legătură cu confortul higrotermic și durabilitatea clădirilor.

Caracteristicile termofizice ale materialelor (conductivitatea termică, capacitatea calorică masică, masa specifică) se modifică sub influența umidității. Gradul de izolare termică se micșorează la creșterea umidității.

Variația umidității materialelor de construcții conduce la o scădere a rezistențelor mecanice.

Acțiunea de îngheț-dezgheț asupra umidității din elementele de construcții produce degradări, care afectează durabilitatea construcțiilor.

Creșterea umidității peste anumite limite, creează condiții favorabile pentru instalarea unor afecțiuni cronice în organismul uman și permite dezvoltarea ciupercilor și mușcăiului la elementele de construcții.

Regimul de umiditate în construcții este legat de regimul termic. Cerințele de confort higrotermic impun un anumit raport între umiditatea și temperatura aerului interior ($T_i = 20^\circ\text{C}$, $\phi = 65\%$).

Studiul transferului de masă (difuzia vaporilor de apă) a cunoscut o dezvoltare odată cu utilizarea structurii învelișurilor exterioare în straturi (panouri mari, acoperișuri terasă) realizate din materiale cu eficiență diferită la transferul de masă (vaporii de apă).

Surse de umezire a elementelor de construcții din clădiri sunt:

- umiditatea din construcții, introdusă în timpul punerii în operă datorită proceselor tehnologice umede și a execuției pe timp umed sau friguros;
- umiditatea din teren cauzată de: apa din pământ ce se ridică prin capilaritate sau acționează cu presiune hidrostatică și apa provenită din posibilele defecțiuni ale conductelor;
- infiltrări din precipitații atmosferice (ploaie, topirea zăpezii);

- umezirea determinată de apa provenită din procesele umede din spălătorii, băi sau din procese tehnologice de producție;

- umiditatea care intervine din procesele de respirație și evaporare a vaporilor de apă de la suprafața pielii;

- umiditatea higroscopică a elementelor de construcții este influențată de: umiditatea aerului (interior, exterior) și structura fizică a materialului.

Fenomenul de condens

Condensul se manifestă în clădiri sub formă de depuneri de rouă pe suprafețele interioare ale punților termice, ale colțurilor sau acumulare de apă în interiorul elementelor învelișului exterior (la care se adaugă condensul pe țevi sau rezervoare cu apă rece).

Cauzele fenomenului de condens sunt: elemente de construcții concepute și executate deficitar din punct de vedere higrotermic (punți termice); utilizarea materialelor umede; întreruperi ale termoizolațiilor; umiditate mare în încăperi datorită degajărilor de vaporii din exploatare (băi, bucătării), ventilare necorespunzătoare (datorită realizării unui scut termic prin izolarea termică suplimentară); umiditatea biologică mare (număr mare de persoane în încăperi); umiditate inițială de construcții ridicată (datorită execuției realizată iarna) încălzire limitată a încăperilor, permeabilitate scăzută și respirație deficitară la vaporii de apă a materialelor componente ale anvelopei (fig. 9.11.4).

Fenomenul de condens este consecința suprapunerii mai multor cauze enumerate mai sus. Apariția condensului nu întrerupe exploatarea clădirii dar o afectează negativ pe termen lung.

Fenomenul de condens este condiționat de doi factori: cantitatea de vaporii din aer și temperatura punctului considerat. Parametrii care influențează cantitatea de vaporii din aer și temperatura sunt variabile aleatoare. Caracteristicile ce influențează condensul: temperatura și umiditatea aerului exterior ce depind de zona geografică și de particularitățile climatice locale; caracteristicile higrotermice ale clădirilor ce sunt stabilite funcție de destinația lor, iar condițiile de exploatare sunt funcție de regimul de încălzire asigurat în încăperi.

Caracteristicile umidității aerului

Umiditatea aerului este determinată de conținutul de vaporii de apă și este caracterizată prin următorii parametri:

- umiditatea absolută a aerului la o anumită temperatură:

$$u_a = \frac{m_v}{V} \text{ (g/m}^3\text{)} \quad (9.42)$$

în care: m_v - masa vaporilor de apă (g);

V volumul aerului umed (m^3);

- umiditatea absolută de saturație a aerului este conținutul maxim de vaporii, la o temperatură dată:

$$u_s = \max, u_a \text{ (g/m}^3\text{)} \quad (9.43)$$

Valorile u_s variază direct proporțional cu temperatura aerului.

umiditatea relativă a aerului la o temperatură dată:

Condensarea vaporilor de apă în elemente de anvelopă în trei straturi funcție de poziția barierei de vapor

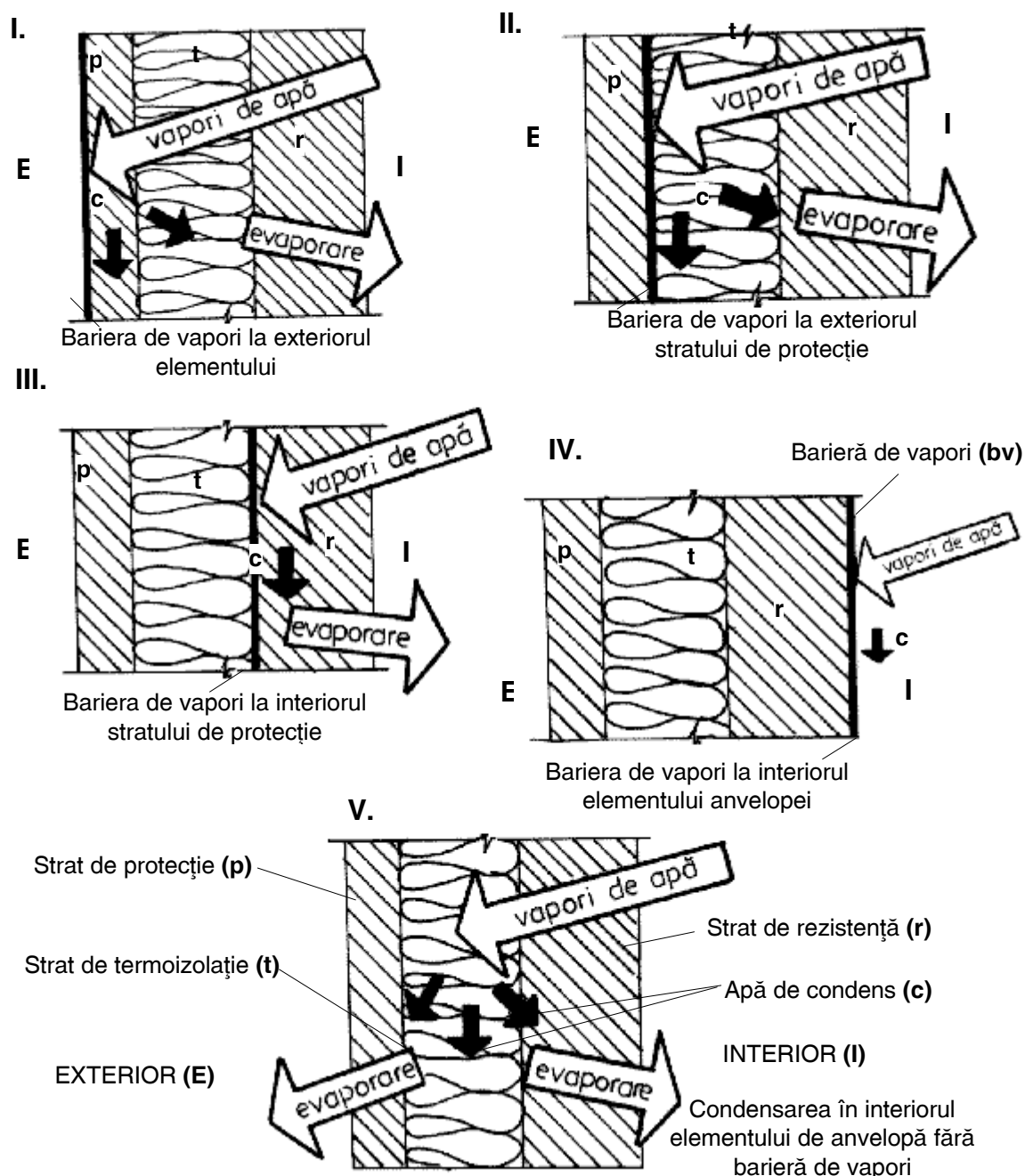


Fig. 9.II.4 Modurile de condensare a vaporilor de apă în interiorul (I, II, III) sau la fața interioară (IV) a elementelor de anvelopă, în trei straturi, funcție de poziția barierei de vapor . Elementele fără barieră de vapor (V)

$$\varphi_{i,e} = \frac{u_a}{u_s} \cdot 100 (\%) \quad (9.44)$$

în care:

i umiditatea aerului interior(%);

e - umiditatea aerului exterior(%);

• presiunea parțială a vaporilor de apă corespunde umidității absolute:

$$p = \frac{T_a}{289} \cdot u_a \text{ (mmHg) (N/m}^2\text{) (Pa) (9.45)}$$

în care:

T_a temperatura absolută a aerului (K);

u_a umiditatea absolută (g/m³).

Presiunea atmosferică a aerului este determinată de presiunea parțială a aerului uscat și de presiunea parțială a vaporilor de apă.

• presiunea de saturație a aerului, corespunde umidității absolute de saturație și depinde de temperatura aerului.

Umiditatea relativă a aerului:

$$\varphi = \frac{u_a}{u_s} \cdot 100 = \frac{p_v}{p_s} \cdot 100 (\%) \quad (9.46)$$

De unde rezultă:

$$p_v = \frac{\varphi \cdot p_s}{100} \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (9.47)$$

în care:

u_a umiditatea absolută a aerului (g/m³);

u_s umiditatea absolută de saturație a aerului (g/m³);

p_s presiunea de saturație a aerului (N/m²);

p_v presiunea parțială a aerului care poate fi a aerului interior sau exterior

$$p_{v_i} = \frac{\varphi_i \cdot p_{s_i}}{100} \text{ (N/m}^2\text{)}$$

sau (9.48)

$$p_{v_e} = \frac{\varphi_e \cdot p_{s_e}}{100} \text{ (N/m}^2\text{)}$$

Umiditatea materialului de construcție este raportarea cantității de apă la masă sau volum.

Umiditatea masică a materialului:

$$w_m = \frac{m_a}{m_0} \cdot 100 (\%) \quad (9.49)$$

în care:

m_a masa de apă (kg);

m_0 masa materialului în stare uscată (kg);

Umiditatea volumetrică a materialului:

$$w_v = \frac{V_a}{V_m} \cdot 100 (\%) \quad (9.50)$$

în care:

V_a volumul de apă din material (m³);

V_m volumul materialului (m³).

Rezistența la permeabilitate la vapori a elementelor de construcție este inversul permeabilității și se exprimă prin:

$$R_v = \frac{d}{\mu} \text{ (m/s)} \quad (9.51)$$

în care:

d grosimea elementului (m);

μ - coeficient de permeabilitate la vapori (s).

Coeficientul de permeabilitate la vapori (μ) reprezintă cantitatea de vapori de apă (grame) care traversează printr-un cub de material cu latura de un metru, după direcția normală la una din fețe, în timp de o oră și pentru o diferență de presiune parțială a vaporilor de apă

între fețele opuse de 1 mmHg. Coeficientul μ de la transferul de masă este similar cu coeficientul de conductivitate termică λ de la transferul de căldură. Valoarea coeficientului de permeabilitate la vapori μ depinde de structura fizică a materialului și temperatura de stare a mediului. Coeficientul μ are valori cuprinse între 0,003 - 0,065 s.

Rezistența la permeabilitate la trecerea vaporilor de apă la un element de construcție, dintr-un material omogen, este caracterizată de relația:

$$R_{ov} = R_{vi} + R_v + R_{ve} \quad (9.52)$$

în care:

R_{vi} rezistența la trecerea vaporilor de apă de la aerul interior la suprafața interioară a elementului de construcție ($R_{vi} = 0,2$ m/s);

R_{ve} rezistența la trecerea vaporilor de apă de la suprafața exterioară la aerul exterior ($R_{ve} = 0,1$ m/s);

R_v rezistența la permeabilitate la vapori a unui element de construcție omogen, se determină cu relația: $R_v = d/\mu$ (m/s).

În cazul elementelor de construcție din anvelopă, alcătuite din straturi paralele între ele și perpendiculare pe direcția fluxului de vapori, rezistența la permeabilitate la vapori este dată de relația:

$$R_v = R_{v1} + R_{v2} + \dots R_{vn} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\mu_j} \quad (m/s) \quad (9.53)$$

în care:

$d_1, d_2, \dots, d_n$ grosimea straturilor (m);

$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ coeficienți la permeabilitate la vapori (s).

Rezistența la permeabilitate la vaporii de apă a unui element de construcție în straturi se determină cu relația:

$$R_v = \sum_{j=1}^n d_j \cdot \frac{1}{K_{Dj}} \cdot M_j \quad (m/s) \quad (9.54)$$

în care:

d_j grosimea stratului j (m)

$\frac{1}{K_{Dj}}$ - factorul rezistenței la

permeabilitate la apă a stratului j (are semnificația lui $1/\mu$) (1/s);

M_j coeficient în funcție de temperatura medie a stratului de material.

Factorul $1/K_{Dj}$ este caracteristica unui material ce arată de câte ori un strat de grosime d este mai rezistent la transferul vaporilor decât un strat de aer la aceeași grosime și temperatură.

Datorită valorilor mici ale rezistențelor la permeabilitate la vapori R_{vi} și R_{ve} în comparație cu R_v se neglijează în calcul.

Relația devine:

$$R_{ov} = R_v \quad (9.55)$$

Valoarea presiunii parțiale a vaporilor de apă pe grosimea elementului de construcție, din condiția regimului de umiditate staționar (presiunile sunt constante) se determină cu relația:

$$p_x = p_i - \frac{R_{vx}}{R_v} (p_i - p_e) \quad (Pa) \quad (9.56)$$

în care:

p_x presiunea parțială a vaporilor într-o secțiune x de la fața interioară a elementului de construcții (Pa);

p_i, p_e presiunile parțiale ale vaporilor aerului interior și exterior; se determină cu relația (9.48) (Pa);

R_{vx} rezistența la permeabilitate la vaporii de apă a elementului de construcție pe porțiunea de la fața interioară până la secțiunea x (m/s);

R_v rezistența la permeabilitate la vaporii de apă totală a elementului de construcție.

Variația presiunii de saturație (p_{sk}) a vaporilor de apă se determină funcție de valorile corespunzătoare ale temperaturii (T_k) straturilor din interiorul elementului de construcție.

9.II.2. CALCULUL LA CONDENS AL VAPORILOR DE APĂ

Acest calcul se realizează pe suprafața interioară (A) și/sau în masa elementului de construcție (B).

A. Condensul pe suprafața interioară a elementului de construcție poate fi evitat dacă este satisfăcută inegalitatea:

$$T_{si} > \theta_r \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (9.57)$$

în care:

T_{si} temperatura suprafeței interioare a elementului de construcție exterior ($^\circ\text{C}$);

θ_r temperatura de rouă la care presiunea parțială a vaporilor este egală cu presiunea de saturație fiind funcție de temperatura și umiditatea aerului interior ($^\circ\text{C}$).

Condensul pe suprafața interioară a elementelor de construcție se datorează majorării presiunii parțiale a vaporilor pe

suprafața interioară cu tendința de egalare a valorii presiunii de saturație a aerului interior. Aceasta se datorează scăderii temperaturii suprafeței interioare cauzate de micșorarea temperaturii aerului exterior.

Temperatura pe fața interioară a elementului de construcție se determină cu relația:

$$T_{si} = T_i - \frac{R_i}{R_0} (T_i - T_e) \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (9.58)$$

în care:

T_i temperatura aerului interior ($^\circ\text{C}$);

R_i rezistența la transfer termic prin suprafața interioară ($\text{W/m}^2, \text{K}$);

R_0 -rezistența la transfer termic a elementului de construcție ($\text{W/m}^2, \text{K}$);

T_e temperatura convențională a aerului exterior ($^\circ\text{C}$).

Se poate considera drept criteriu de performanță temperatura limită a aerului interior sub care nu trebuie să coboare temperatura încăperii, pentru a evita fenomenul de condens pe suprafața interioară.

Condensul de suprafață se produce în zonele cu punți termice, neventilate, dar și în condițiile creșterii presiunii parțiale a vaporilor ce are tendința de egalare a presiunii de saturație (băi, spălătorii).

Micșorarea riscului de condens pe suprafața elementelor de construcție se realizează prin: mărirea rezistenței termice a elementelor anvelopei, ventilarea aerului în vecinătatea

suprafețelor interioare și amplasarea judicioasă a sistemelor de încălzire.

B. Condensul vaporilor de apă în masa elementului de construcție va apare în zonele unde vaporii întâlnesc straturi cu temperatura mai mică decât cea a punctului de rouă. Scăderea temperaturii în grosimea elementului va conduce la o micșorare a presiunii de saturație. În zonele unde presiunea parțială a vaporilor va fi mai mare ca presiunea de saturație, vaporii vor condensa (fig. 9.II.5).

Calculul la condens, în regim staționar, presupune determinarea: curbei temperaturilor (a); curba presiunilor parțiale (b); curba presiunilor de saturație (c).

Etapele de calcul la condens în masa elementului de construcție sunt:

a. Variația temperaturilor pe grosimea elementului ce este funcție de rezistența termică a straturilor și se determină cu relația:

$$T_k = T_i - \frac{T_i - T_e}{R_o} \sum_{j=1}^k R_j \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (9.59)$$

în care:

$\sum_{j=1}^k R_j$ - suma rezistențelor la permeabilitate termică a straturilor componente, între suprafața interioară și suprafața k.

b. Valorile presiunilor parțiale ale vaporilor din aerul interior și exterior se determină cu relațiile:

$$p_i = \frac{\varphi_i \cdot p_{si}}{100} \text{ (Pa)}, p_e = \frac{\varphi_e \cdot p_{se}}{100} \text{ (Pa)} \quad (9.60)$$

în care:

φ_i, φ_e - umiditatea relativă interioară și exterioară (%);

p_{si}, p_{se} - presiunea de saturație a aerului interior și exterior (Pa).

Variația presiunilor parțiale ale vaporilor de apă pe grosimea elementului de construcție se determină cu relația 9.60.

c. Variația presiunilor de saturație (p_s) se determină funcție de variația temperaturilor.

Reprezentarea grafo-analitică a variației temperaturilor (a) se realizează la scara grosimilor elementului iar cea a variației presiunilor parțiale (b) și a presiunilor de saturație (c) la scara rezistențelor la permeabilitate a vaporilor.

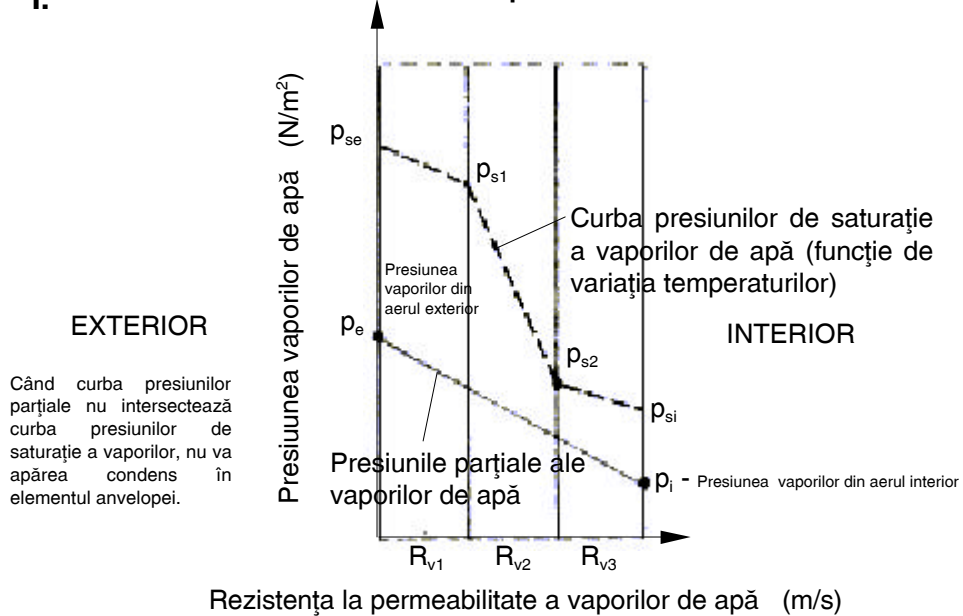
Se poate stabili posibilitatea apariției condensului în interiorul elementului de construcție, dacă curba presiunilor parțiale este tangentă la curba presiunilor de saturație (suprafața de condens) sau dacă o intersectează în două puncte (zona de condens în grosimea elementului). fig. 9.II.5-II.

d. În situația apariției condensului în grosimea învelișului exterior al clădirii, apare necesară determinarea temperaturii aerului exterior T_{ec} de la care apare condensul.

Fenomenul de condens la anvelopa clădirii

I.

Cazul când nu apare condensul



II.

Cazul condensării în interiorul elementului anvelopei

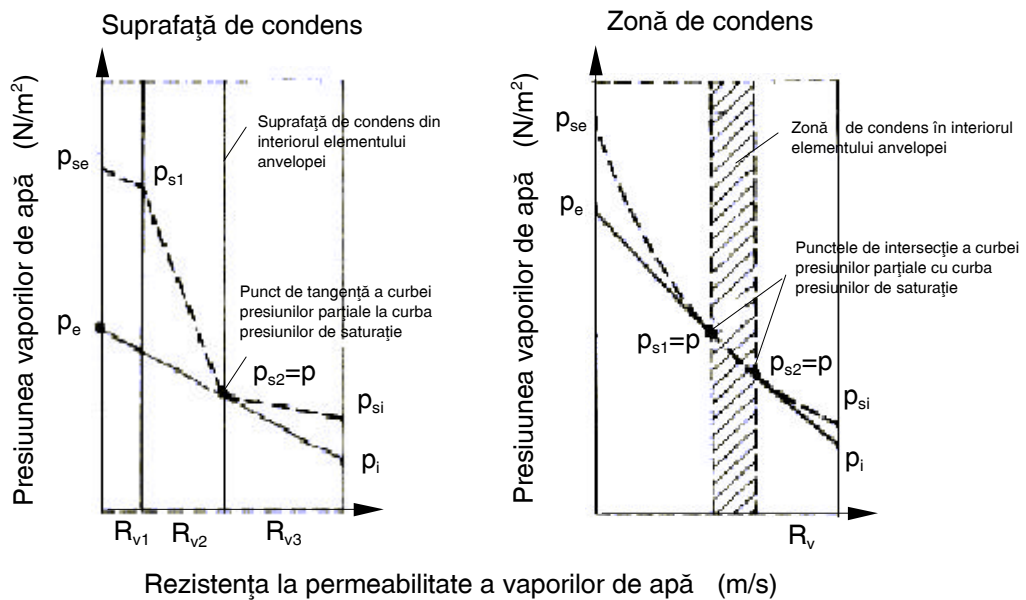


Fig. 9.II.5 Condens în interiorul elementului anvelopei. Reprezentare grafo-analitică a cazului de neapariție (I) și apariție a condensului (II)

Calculul se realizează prin încercări, adoptând pentru temperatura exterioară T_e , valori succesive din ce în ce mai mici, până când curba presiunilor parțiale devine tangentă la curba presiunilor de saturație.

e. În funcție de temperatura aerului exterior de la care apare condensul (T_{ec}), din standard se extrag valorile temperaturii exterioare medii (T_{es}) pe durata în care se produce condensul (N_w).

Se construiesc curbele de temperatură (T), presiunii parțiale (p) și de saturație (p_s) pentru $T_e = T_{es}$. Presiunile de saturație (conform tabelului din standard) se corectează cu relația:

$$p_{skm} = p_{sk} + r \cdot \left(\frac{\sum_1^k R_j}{R_0} \right)^2 \quad (\text{Pa}) \quad (9.61)$$

în care:

p_{skm} valoarea medie anuală a presiunii de saturație (Pa);

p_{sk} presiunea de saturație a vaporilor funcție de temperatură (Pa);

r factor de corecție;

R_j rezistența la permeabilitate termică a stratului j ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{w}$);

R_0 rezistența de transfer termic a elementului de construcție ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{w}$).

La valorile T_{es} pozitive, factorul de corecție $r=39$, iar pentru valori negative $r=0$.

Din punctele extreme p_i , p_e se duc tangente la curba presiunilor de saturație, punctele de tangentă

(p_{s_1}, p_{s_2}) delimitează zona de condens iar în cazul unei suprafețe de condens se confundă ($p_{s_1} = p_{s_2}$).

f. Determinarea cantității de apă provenită din condensarea vaporilor în interiorul elementului de anvelopă se realizează cu relația:

$$m_w = 3600 \cdot \left(\frac{p_i - p_{s_1}}{R'_v} - \frac{p_{s_2} - p_e}{R''_v} \right) \cdot N_w \quad (\text{Kg}/\text{m}^2) \quad (9.62)$$

în care:

p_i , p_e - presiunea parțială a vaporilor de apă din aerul interior și exterior (Pa);

p_{s_1}, p_{s_2} - presiunile parțiale ale vaporilor de apă (egale cu presiunile de saturație) pe fața caldă respectiv pe fața rece a zonei de condens (Pa);

R'_v, R''_v - rezistențele la permabilitate la vaporii a părții elementului de construcție dintre suprafața interioară și începutul zonei de condens; respectiv între sfârșitul zonei de condens și suprafața exterioară (m/s);

N_w durata de condensare, funcție de zonele climatice ale României (h).

g. Pentru o funcționare higrtermică corespunzătoare a elementelor din învelișul exterior al clădirilor, cantitatea de vaporii m_w , care condensează în perioada rece a anului (N_w), trebuie să fie mai mică decât cantitatea de vaporii ce s-ar elimina prin evaporare în perioada caldă a anului.

Creșterea umidității în interiorul elementului de construcție la sfârșitul perioadei de condensare, m_w , nu trebuie să depășească valoarea maximă admisă:

$$\Delta w = \frac{100 \cdot m_w}{\rho \cdot d_w} \leq \Delta w_{adm} \quad (\%) \quad (9.63)$$

în care:

m_w cantitatea de apă provenită din condensarea vaporilor în perioada rece a anului;

ρ - densitatea aparentă a materialului care s-a umezit prin condensarea vaporilor de apă (Kg/m^3);

d_w grosimea zonei de condens(m);

Δw_{adm} valoarea maximă admisibilă a creșterii umidității masice în perioada de condensare, funcție de natura și caracteristicile higrotermice ale materialelor din zona de condens (%).

h. Calculul la condens presupune și verificarea lipsei acumulării progresive de apă în interiorul elementelor de construcție.

Pentru realizarea acestei verificări se va adopta pentru temperatura exterioară o valoare medie anuală, funcție de zona geografică ($T_{em}=+10,5^\circ\text{C}$ zona I; $T_{em}=+9,5^\circ\text{C}$ zona II; $T_{em}=7,5^\circ\text{C}$ zona III).

Funcție de valorile temperaturilor astfel calculate, se determină presiunile de saturație (conform tabelului din standard) și se corectează cu relația 9.61 în care factorul r are valorile: 177 zona I; 162 zona II; 142 zona III.

Dacă linia presiunilor parțiale nu intersectează curba presiunilor de saturație, nu există posibilitatea de acumulare progresivă de apă de la an la an, caz în care verificarea cu relația 9.63 nu mai este necesară.

Protecția împotriva umezirii din condens se poate realiza prin măsuri privind proiectarea, execuția și exploatarea elementelor din anvelopa clădirilor limitând punțile termice sau prin utilizarea elementelor de construcție cu strat ventilat.

Ventilarea naturală organizată (cu valoarea minimă impusă de condițiile de igienă) ce se realizează în clădiri prin canale verticale de ventilație racordate la băi, hote în bucătării, prin tâmplăria exterioară neetanșă și în special ventilația mecanică, va micșora cantitatea de vaporii ce condensează.

Limitarea ventilării naturale în perioade cu vânt intens se va realiza prin grile semireglabile.

În procesul de execuție a clădirilor, în vederea micșorării riscului de condens, se va evita utilizarea materialelor termoizolatoare poroase (sau granulare) umede și înfundarea canalelor de ventilare în mod accidental.

În perioada de exploatare a clădirilor (în primul an mai accentuat datorită umidității inițiale ridicate), pentru prevenirea condensului, este necesar intensificarea încălzirii, a ventilării (naturale sau mecanice) și limitarea surselor de vaporii.

În acest sens apare necesar popularizarea cauzelor și căilor de combatere a condensului pentru utilizatorii clădirilor.

IZOLAREA ACUSTICĂ A CLĂDIRILOR

10.1. GENERALITĂȚI

Problemele de acustică privind clădirile au ca obiect studierea izolării fonice contra nocivității zgomotului, dar și asigurarea unor audiții corespunzătoare în sălile de spectacole, conferințe.

Protecția față de zgomote se poate realiza prin reducerea intensității zgomotelor la sursă sau până la clădire, dar și prin atenuarea zgomotelor la trecerea prin elementele de construcție. În acest capitol vom trata problemele de izolare acustică la zgomot aerian și de impact.

Confortul acustic, una din exigențele importante pe care trebuie să le îndeplinească clădirile, este necesar să fie realizat având în vedere creșterea surselor de zgomot

în clădiri, pe străzi, în industrie și la traficul aerian. Efectul nociv al zgomotului asupra sistemului neurovegetativ uman este concretizat prin insomnii, nevroze.

Preocuparea actuală de utilizare a elementelor de construcție din materiale ușoare impune adaptarea unor măsuri suplimentare de izolare acustică.

Zgomotul poate fi caracterizat din punct de vedere fiziologic și fizic.

Fiziologic, zgomotele sunt sunete nedorite, neplăcute, iar fizic reprezintă o suprapunere dezordonată a diferitelor sunete.

Inconfortul produs de zgomot depinde de caracteristici ca: intensitate, frecvență, durată dar și de reacția noastră față de acest sunet nedorit. Zgomotul poate incomoda

datorită intensității ridicate (decolarea unui avion, trăsnet) dar și prin intensități scăzute, ca de exemplu căderea picăturilor de ploaie pe suprafețele cu tablă, scârțâitul parchetului, scurgerea apei printr-un robinet neetanș.

Efectele zgomotului

Zgomotul produce perturbări asupra sistemului nervos al omului.

Aspectele nocive ale zgomotului cu intensitate mai mare de 130 dB, pragul senzației dureroase, poate produce un traumatism sonor, care se manifestă sub forma unei senzații de amețeală, dureri în urechi ce pot produce chiar ruperea timpanului (fig. 10.1.1.).

Zgomotul de intensitate ridicată cuprins între 65 și 120 dB, afectează activitatea productivă intelectuală sau cea fizică și conduce la o scădere temporară a performanței.

Zgomotul produce perturbări asupra sistemului nervos uman, declanșând o oboseală auditivă.

Se menționează că acuitatea auditivă poate reveni la valoarea anterioară dacă expunerea la zgomot încetează. Acțiunea nocivă asupra sistemului nervos depinde de starea psihoafectivă a persoanelor supuse agresiunii sonore, constatându-se stări nervoase, hiperexcitabilitate, tahicardie, tulburări ale somnului.

Zgomotul cu intensitatea cuprinsă între 30 și 60 dB are un efect psihic asupra omului.

Datorită reacțiilor diferite ale oamenilor față de zgomot, sunetul trebuie analizat ca fenomen fizic și fiziologic.

Sunetul ca fenomen fizic

Sunetul obiectiv este produs de vibrația corpurilor solide și transmise aerului înconjurător sub forme de unde, compresiuni și destinderi succesive.

Propagarea prin unde sonore, a mișcărilor oscilatorii, din aproape în aproape, în mediile elastice (aer, lichid, solid) se datorează forțelor elastice (unda este oscilația ce se propagă în timp și spațiu).

Caracterizarea fizică a undelor se realizează prin: viteza de propagare (c), lungimea de undă (λ) și densitatea de energie (w) (fig.10.2.1.).

Viteza de propagare (c) este distanța parcursă de unda acustică într-un mediu elastic, în unitate de timp.

Viteza este o constantă a mediului prin care se propagă (aer-340 m/s; apă-1450 m/s; oțel-5000 m/s; cauciuc-50 m/s). Direcția de propagare a undei coincide cu direcția mișcării oscilatorii a particulelor mediului.

Viteza undei sonore este dată de relația:

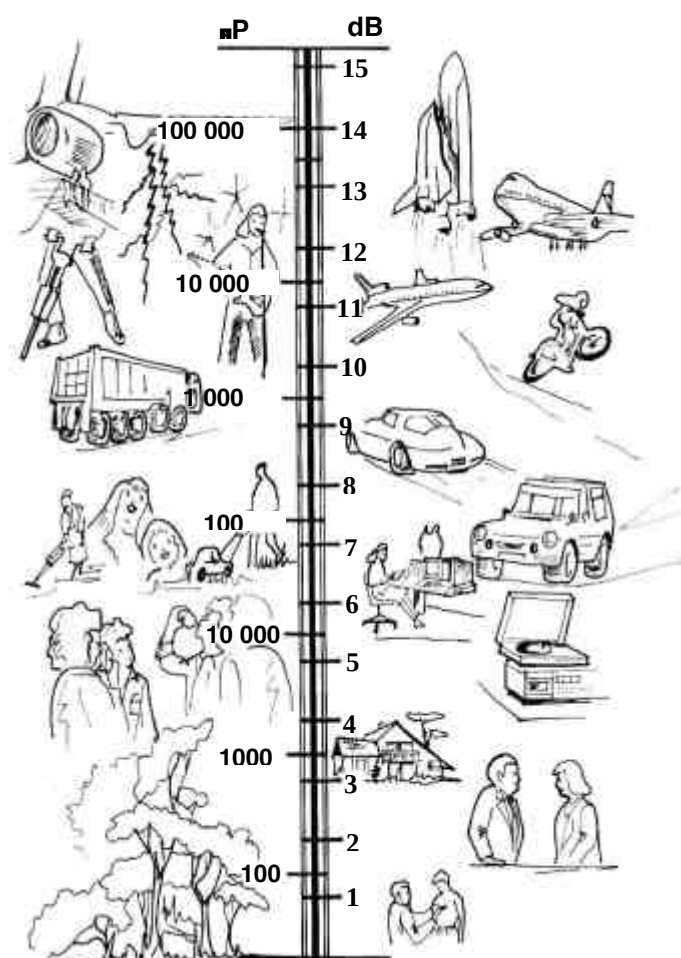
$$c = f \cdot \lambda \quad (10.1)$$

în care:

Zgomotul. Fenomen fizic și fiziologic

I.

Intensitățile surselor de zgomot



II.

Zgomotul și urechea umană

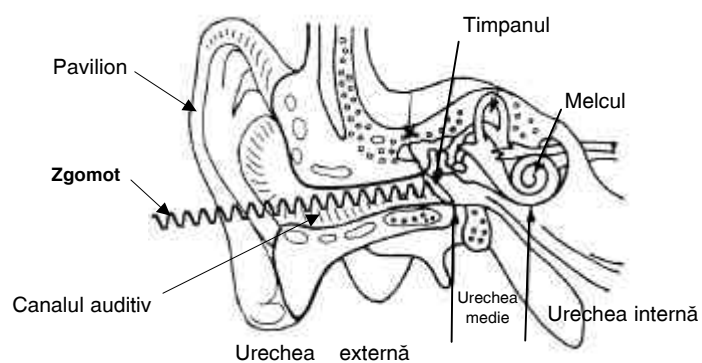


Fig. 10.1 I. Sursele și intensitățile zgomotului. II. Schema urechii umane

f frecvența definită de numărul de vibrații în unitate de timp (Hz) sau (1/s);

λ -lungimea de undă este distanța între două puncte succesive în care au loc concomitent comprimări sau dilatări ale mediului elastic, care transmite unda acustică (m).

Materialele compacte (betonul, zidăria, pământul) propagă în condiții bune sunetele.

Materialele poroase (vata, păsă, țesăturile) absorb în proporție mare sunetele și se utilizează pentru izolări acustice.

Densitatea de energie (w) este capacitatea de energie oscilantă conținută în unitatea de volum a mediului perturbat.

Intensitatea acustică este raportul între fluxul de energie sonoră și suprafața perpendiculară pe direcția de propagare, exprimată prin relația:

$$I = \frac{\Phi}{A} = \frac{W}{A \cdot t} \quad (\text{W/m}^2) \quad (10.2)$$

în care:

► - fluxul sonor, care este energia sonoră în unitate de timp ► = w/t (W);

w densitatea energiei acustice;

$$w = \frac{W}{V} \quad (\text{J/m}^3) \quad (10.3)$$

W energia acustică (J);

V volumul mediului de propagare (m^3)

Măsurarea directă a valorii intensității acustice este dificilă, însă se

poate măsura cu ajutorul presiunii acustice efective:

$$I = \frac{p^2}{\rho \cdot c} \quad (\text{Pa/m}^2) \quad (10.4)$$

în care:

p presiunea acustică efectivă (Pa);

ρ densitatea mediului (kg/m^3);

c viteza sunetului prin mediul considerat (m/s).

Datorită intervalului mare în care se pot găsi valorile curente ale intensității acustice, s-a introdus noțiunea de nivel de intensitate.

Nivelul de intensitate sonoră este definirea unei intensități acustice în comparație cu o intensitate de referință și se exprimă cu relația:

$$L_i = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (\text{dB}) \quad (10.5)$$

în care:

I_0 10^{-12} W/m^2 reprezintă intensitatea minimă a unui sunet la frecvența de 1000 Hz, care poate fi perceput de urechea omenească (prag inferior de audibilitate).

Pragul superior al intensității auditive $I_{\text{max}} = 1 \text{ W/m}^2$ este perceput ca o senzație dureroasă (fig.10.2.II.).

Nivelul de intensitate sonoră variază între cele două praguri $L_{\text{min}}=0$ și $L_{\text{max}}=120 \text{ dB}$.

Forma logaritmică a relației nivelului de intensitate sonoră reflectă caracteristica de sensibilitate a organului auditiv al omului senzația este logaritmul stimulului .

Nivelul de presiune sonoră este mai des folosit în practică deoarece

presiunea acustică e mai ușor de măsurat cu aparatele și se exprimă cu relația:

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} \text{ (dB)} \quad (10.6)$$

în care:

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ presiunea acustică de referință corespunzătoare presiunii unui sunet cu frecvența de 1000 Hz la pragul inferior de audibilitate.

Sunetul ca fenomen fiziologic

Sunetul subiectiv este caracterizat prin senzația auditivă.

Undele elastice conduc la excitarea aparatului auditiv și produc senzația auditivă (fig. 10.1.II.).

Sunetul fiziologic ce caracterizează senzația auditivă se produce pentru vibrații având frecvența între 16 și 20000 Hz.

Acest interval definește domeniul de audibilitate care este mărginit de pragul de audibilitate (limita inferioară) și pragul senzației dureroase (limita superioară) (fig. 10.2.II.).

Convențional ca limită inferioară se consideră sunetul cu frecvența de 1000 Hz și presiunea sonoră de $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ iar limita superioară are presiunea acustică de $2 \cdot 10 \text{ N/m}^2$ la aceeași frecvență.

Caracteristicile ce exprimă cantitativ senzația auditivă, tăria sunetului perceput de ureche este nivelul de intensitate a unui sunet:

$$L_a = 10 \log \frac{I_a}{I_a^0} = 20 \log \frac{p_a}{p_a^0} \quad (10.7)$$

în care:

I_a^0 și p_a^0 - intensitatea și presiunea auditivă de referință.

Nivelul de intensitate sonoră se poate exprima în foni și/sau decibeli (dB), egalitatea între ele este numai la frecvența de 1000 Hz. În practică, se poate considera acceptabilă aproximația echivalenței, în domeniu de frecvențe audibile, între decibel și fon.

Scala în decibeli are o bună aproximație a percepției umane a nivelului de intensitate sonoră. Un decibel reprezintă variația cea mai mică a presiunii acustice pe care o poate sesiza urechea umană. O mărire de 6 dB reprezintă o dublare a nivelului de presiune acustică. Punctul de plecare la această scală, ce definește valoarea 0 dB ce corespunde presiunii de $20 \mu\text{Pa}$ (micropascali) iar valoarea maximă de un milion de μPa corespunde limitei de 120 dB (fig.10.1.I.).

Transmiterea nivelului de intensitate a unui sunet la o anumită frecvență, din scara decibelilor în scara fonilor a nivelului de intensitate, corespunzător senzației auditive se poate realiza prin utilizarea curbelor de egală tărie în foni.

Aprecierea comparativă a nivelelor intensității zgomotelor prezintă mai jos valori ce caracterizează nivelul de intensitate în diferite condiții practice:

- foșnetul frunzelor 10 foni;
- stradă liniștită cu locuințe 30 foni;
- birou de copiat acte cu mașini de dactilografiat 70 foni;
- discotecă 110 foni;

- decolare avion 120 foni;
- turboreactoare 170 foni.

Propagarea sunetelor

Unda acustică ce întâlnește un obstacol suferă modificări ale direcției de propagare și ale caracteristicilor energetice. O parte din energia undei acustice se reflectă, alta este absorbită de obstacol, iar restul se transmite (fig 10.2.III.). Bilanțul energetic în cazul obstacolelor de grosimi finite este dat de relația:

$$E_i = E_r + E_a + E_{tr} \quad (10.8)$$

Se împarte relația cu E_i energia acustică incidentă:

$$1 = \alpha_r + \alpha_a + \alpha_{tr} \quad (10.9)$$

Valoarea coeficientului de transmisie este neglijată ($\alpha_{tr} = 0,001$) datorită faptului că energia transmisă este considerată ca fiind absorbită de suprafața încăperii:

$$1 = \alpha_r + \alpha_a \quad (10.10)$$

Absorbția acustică a elementelor de construcție prezintă importanță în cazul micșorării efectelor nocive ale zgomotului.

Coeficientul de absorbție (α_a) se determină experimental în camera reverberantă pe probe până la 10 m², prin măsurători ale absorbției încăperii, cu și fără material fonoabsorbant.

Materialele de construcții compacte (cărămidă, beton, oțel, lemn), la care energia acustică reflectată este mare, coeficientul de absorbție este $\alpha_a = 0,02 \dots 0,08$.

Materialele poroase având proprietatea de absorbție a sunetului

(pâslă, vată minerală, plută) au coeficientul de absorbție acustică $\alpha_a = 0,2 \dots 0,8$. Acest coeficient depinde de frecvența undei sonore și de proprietățile de absorbție ale materialului

Absorbția acustică a unei încăperi se determină cu relația:

$$A = \sum \alpha_i \cdot S_i \quad (10.11)$$

în care:

α_i coeficient de absorbție al materialului sau al obiectului din încăpere;

S_i suprafața elementului alcătuit din materialul cu coeficientul de absorbție α_i (m²).

Modurile de transmitere a zgomotelor.

Din exterior, zgomotele din traficul rutier și zgomotele interioare ce pot proveni de la oameni, televizoare, radiouri, instalații se propagă prin conducție aeriană (zgomote aeriene) sau prin conducție solidă (zgomote structurale) (fig.10.2.IV.).

După modul de transmitere, zgomotele pot fi: propagate prin aer (zgomote aeriene), propagate prin șoc (zgomote de impact) și produse de funcționarea utilajelor și instalațiilor.

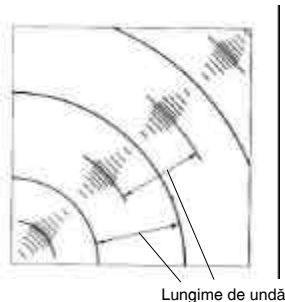
Măsurarea zgomotului și analiza acestuia este o problemă importantă în elaborarea programelor de poluare sonoră și permite ameliorarea calității vieții (fig.10.3.II.).

Măsurarea zgomotului se realizează cu sonometrul, aparat portabil, care are un răspuns față de semnalele acustice, de aceeași formă ca și urechea umană.

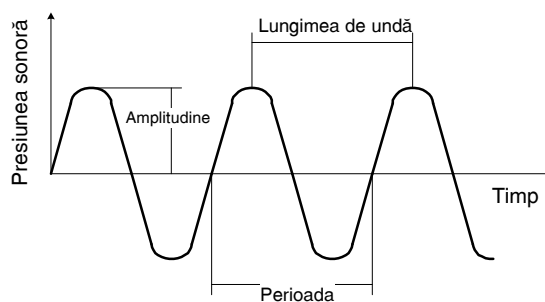
Semnalul sonor este convertit într-un semnal electric, cu ajutorul unui

Unda sonoră. Domeniul de audibilitate. Bilanț energetic sonor Atenuarea zgomotului cu distanța

I. Propagarea sunetului



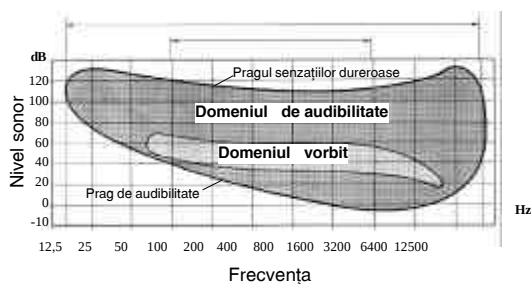
Caracteristicile unei sonore



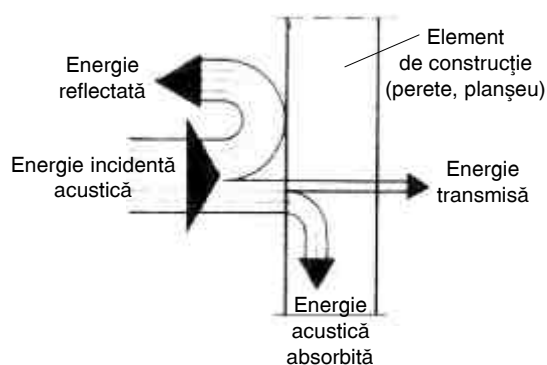
Frecvența sunetelor



II. Domeniul sunetelor audibile



III. Bilanț energetic sonor



IV. Atenuarea zgomotului cu distanța

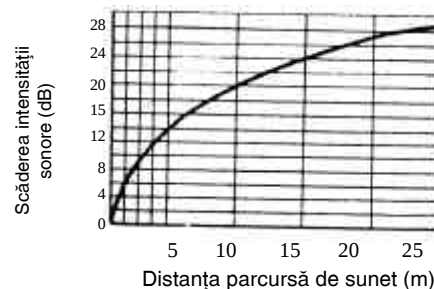
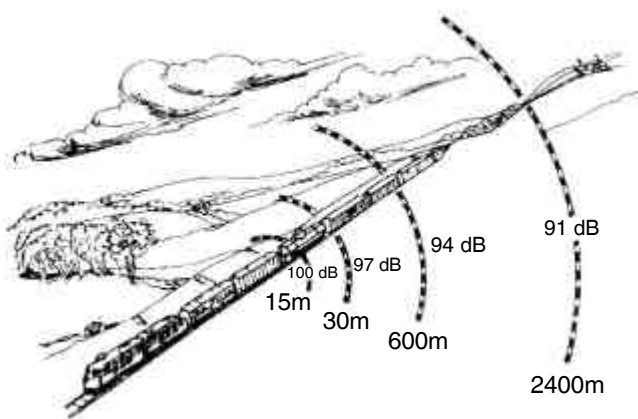


Fig. 10.2 I. Propagarea și caracteristicile undelor sonore. II. Domeniul de audibilitate. III. Bilanț energetic acustic. IV. Atenuarea zgomotului cu distanța.

microfon de înaltă calitate. Semnalul electric de nivel scăzut este amplificat pentru a fi citit pe un ecran. În continuare semnalul e trecut printr-un filtru (de o treime de octavă). După o amplificare suplimentară, semnalul este suficient de ridicat pentru a putea fi indicat pe aparat (nivelul de presiune acustică în dB). Semnalul este disponibil și pentru alimentarea unor înregistratoare. Un circuit va menține indicația acului, de pe ecranul aparatului, la valoarea maximă apărută.

Măsurătorile se pot realiza în condiții de câmp liber, fără prezența suprafețelor reflectante în exterior sau în camera anecoidă (surdă), în care pereții, tavanul și podeaua sunt acoperite cu materiale fonoabsorbante pentru a elimina orice reflexie (fig 10.3.V.).

Nivelul de presiune acustică se poate măsura în toate direcțiile în jurul sursei sonore, fără interferența undelor reflectate (fig 10.3.I.). Măsurarea în cadrul unui câmp acustic difuz (energia acustică este egal distribuită în toată încăperea) se efectuează în camera reverberantă, la care suprafețele nu sunt paralele fiind finisate cu un material dur și reflectant.

Practic majoritatea măsurărilor acustice sunt realizate în încăperi între aceste două limite (fig 10.3.V.).

Determinările vor fi efectuate în poziția normală a urechii umane. Câmpul acustic într-o încăpere obișnuită cu o sursă de zgomot se poate împărți în: câmp apropiat, lângă sursă, în care

se evită efectuarea măsurărilor; câmp reverberant lângă suprafețele care reflectă zgomotul, unde nu se pot realiza măsurători corecte și câmpul îndepărtat situat între primele două câmpuri. Acesta poate fi determinat atunci când nivelul acustic se reduce cu 6 dB la o dublare a distanței față de sursă. În această zonă trebuie efectuate măsurătorile (fig 10.3.V.).

Alt factor care poate influența precizia măsurătorii este nivelul zgomotului de fond comparat cu zgomotul ce se măsoară. Este necesar ca nivelul zgomotului măsurat să fie cu 3 dB mai mare ca cel de fond.

10.2 IZOLAREA ACUSTICĂ LA ZGOMOT AERIAN

Zgomotul aerian poate acționa la exteriorul clădirilor sau la interiorul încăperilor. Zgomotul exterior poate fi produs de circulația vehiculelor, a pietonilor, funcționarea instalațiilor industriale. Sursele interioare de zgomot pot fi: oamenii, instrumentele muzicale, televizoare, instalații tehnice (fig 10.3.III.).

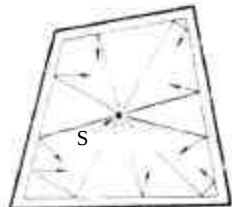
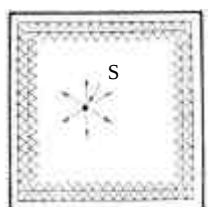
Protecția împotriva zgomotelor exterioare se poate realiza prin: îndepărtarea clădirilor de sursa de zgomot sau intercalarea uneia sau mai multor șiruri de perdele plantate cu foioase și cu arbuști (reducere cu 7 dB la o perdea de arbori de 30 m lățime); interpunerea unor ecrane fonoizolatoare (rambleuri acoperite sau nu cu arbori, ecrane din beton armat); amplasarea

Propagarea și măsurarea zgomotului

I. Propagarea sunetului

Cameră anecoidă (cameră surdă)

Cameră reverberantă



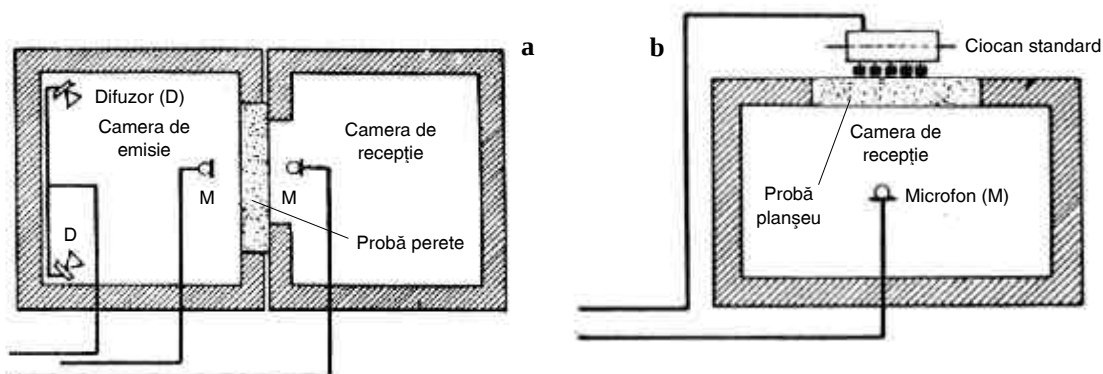
S - sursă de zgomot

II.

Schemă de măsurare a zgomotului



III. Stație pentru determinarea izolării acustice la zgomot aerian (a) și de impact (b)



V.

Zonarea câmpului acustic

IV. Propagarea zgomotului într-o cameră obișnuită

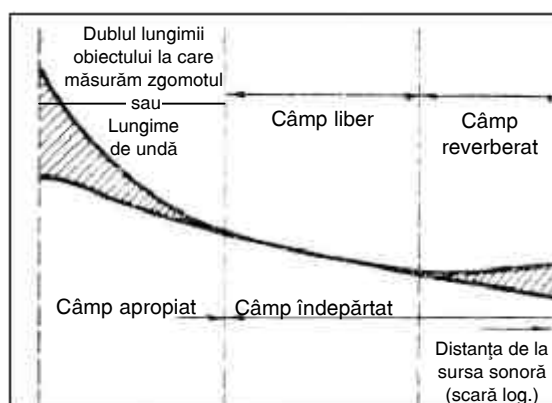
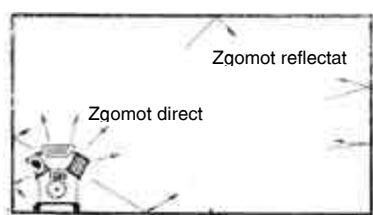


Fig.10.3.I. Propagarea zgomotului. II. Măsurarea zgomotului. III. Determinarea izolării acustice în laborator. IV. Propagarea zgomotului într-o încăpere obișnuită. V.zonarea câmpului acustic

încăperilor auxiliare în clădirile de locuit spre sursele de zgomot.

Alte măsuri de protecție împotriva zgomotelor exterioare sunt: zonificarea localităților (zona de locuit, zona industrială, zona de agrement); întreținerea drumurilor și a mijloacelor de transport; realizarea unor vehicule silențioase.

Atenuarea zgomotelor în aer scade cu logaritmul distanței față de sursa de zgomot conform relației (fig 10.2.IV.):

$$L_d = L_s - K \cdot 20 \lg d \text{ (dB)} \quad (10.12)$$

în care:

L_d nivelul zgomotului atenuat (dB);

L_s nivelul zgomotului la sursă (dB);

K coeficient ce ia în considerare influența transmisiei sonore la nivelul terenului (0,9 - asfalt, 1,0 - pământ, 1,1 - gazon);

d distanța la care se consideră atenuarea zgomotului față de sursă (m).

Intensitatea sonoră a zgomotului scade cu 6 dB la fiecare dublare a distanței. Vântul influențează transmisia zgomotului în direcția sa, aducând o creștere de 10...20 dB.

Umiditatea mărită a atmosferei micșorează distanța de propagare și atenuează intensitatea zgomotului.

Dimensionarea elementelor de construcție la zgomot aerian implică considerarea inegalității:

$$R_{aef} \geq R_{an} \text{ (dB)} \quad (10.13)$$

în care:

R_{aef} indicele efectiv de izolare acustică (dB);

R_{an} grad necesar de izolare acustică la zgomot aerian (dB);

Valoarea gradului de izolare acustică normat (R_{an}) pentru un element de construcție se stabilește pe baza expresiei:

$$R_{an} = L_t - L_{ad} \text{ (dB)} \quad (10.14)$$

în care:

L_t nivel teoretic al zgomotului perturbator, care este funcție de destinația încăperilor (dB);

L_{ad} nivelul admisibil al zgomotului din încăperea, care este funcție de natura activității și cerințele de confort acustic (C_z).

Nivelul teoretic al zgomotului perturbator - L_t se stabilește în benzi de frecvență iar pentru nivelul admisibil al zgomotului de intensitate admisibil L_{ad} (C_z) se consideră curba criteriului de zgomot.

Influența absorbției sonore din încăperea se poate estima cu relația:

$$R'_{aef} = R_{aef} + 10 \log \frac{A}{S} \text{ (dB)} \quad (10.15)$$

în care:

R_{aef} - gradul de izolare acustică corectat, (dB);

R_{aef} - gradul de izolare acustică fără influența absorbției acustice, (dB);

A - absorbția totală a încăperii, (m^2);

S - suprafața totală a elementului de construcție, (m^2).

Indicele efectiv de izolare acustică (R_{aef}) se determină pentru un element de construcție (perete sau planșeu), ce se consideră ca un ecran simplu,

asimilat cu un piston rigid, care vibrează datorită presiunii undelor acustice și se deplasează, cu întreaga lui masă, vibrând. Astfel, el constituie o sursă sonoră care transmite vibrațiile acustice de la mediul, cu sursa acustică, la mediul din cealaltă parte a peretelui.

Valorile lui R_{aef} pentru un element de construcție se determină aproximativ cu ajutorul relației:

$$R_{\text{aef}} = 20 \cdot \log \frac{\pi \cdot f \cdot m}{\rho_0 \cdot c} \text{ (dB)} \quad (10.16)$$

în care:

f frecvența vibrației produsă de sursa acustică (Hz);

m masa elementului de construcție pe unitate de suprafață (Kg/m^2);

ρ_0, c rezistența specifică acustică a mediului de propagare (impedanța acustică) în cazul aerului, produsul între densitatea aerului și viteza de propagare a undei acustice are valoarea $414 \text{ N}\cdot\text{s/m}^3$.

Deci indicele efectiv de izolare acustică a elementului de construcție depinde de frecvență și de masă. Relația poartă denumirea de legea masei, stabilită de Berger.

Indicele efectiv de izolare acustică la zgomot aerian variază exponențial cu masa elementului de construcție. La dublarea masei sau frecvenței se obține o atenuare de 4 dB. Valorile experimentale ale indicelui efectiv de izolare acustică al pereților sunt mai mici ca cele calculate.

Determinarea experimentală la scară naturală a indicelui de atenuare acustică

se poate realiza în cadrul Stației acustice, cum este cea de la Facultatea de Construcții și Arhitectură din Iași.

Stația acustică este alcătuită din două camere complet independente (emisie și recepție) iar peretele testat se pozează în golul între ele, prevăzut prin concepția stației (fig 10.3.III.).

Indicele efectiv de izolare acustică a elementului testat (de exemplu un nou tip de perete) se determină în benzi de frecvență de o octavă, cu ajutorul relației:

$$R'_{\text{aef}} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \frac{S}{A} \quad (10.17)$$

în care:

L_1, L_2 nivelul de zgomot măsurat în camera de emisie și respectiv în cea de recepție (dB);

S suprafața elementului despărțitor testat (m^2);

A suprafața de absorbție echivalentă a încăperii de recepție ce se determină pe bază de măsurători, utilizând relația:

$$A = 0,163 \cdot \frac{V}{T} \quad (10.18)$$

în care:

V volumul încăperii (m^3);

T durata de reverberație (s).

Capacitatea de izolare la zgomot aerian a unui perete de compartimentare, se apreciază prin compararea caracteristicii de frecvență a indicilor efectivi de atenuare acustică - curba efectivă și caracteristica de frecvență a indicilor admisibili de atenuare acustică - curba standard corespunzătoare cerințelor de izolare

acustică a unităților funcționale ale unei clădiri.

Indicele de izolare la zgomot aerian E_A indică aprecierea globală a capacității de izolare la zgomot aerian a unui perete despărțitor.

Indicele E_A este ordonată măsurată în dB cu care trebuie translată curba standard. Valoarea totală a abaterilor negative ale ordonatei curbei efective, de la curba standard translată, trebuie să nu depășească 30 dB. Cea două curbe se consideră suprapuse dacă abaterea negativă medie este de aproximativ 2 dB pentru cele 15 treimi de octavă în intervalul 100...3150 Hz.

Calculul simplificat al indicelui efectiv de izolare acustică (R_{aef}) se poate realiza cu relațiile:

$$R_{aef} = 13,5 \log m + 13 \quad (10.19)$$

în care:

$m < 200 \text{ Kg/m}^2$ masa unui perete monostrat;

$$R_{aef} = 13,5 \log(m_1 + m_2) + 13 + \Delta R \quad (10.20)$$

în care:

m_1, m_2 masele straturilor 1 și 2 (separate cu o lamelă de aer) ale unui perete ($m < 200 \text{ Kg/m}^2$);

ΔR sporul de izolare datorat stratului de aer (dB);

Valoarea indicelui efectiv de izolare acustică (R_{aef}) determinată cu relațiile de mai sus, consideră valori medii pentru frecvența de 500 Hz (media geometrică între 50 și 5000 Hz).

Izolarea acustică a pereților și planșeele la zgomot aerian depinde în principiu de masa acestor elemente de

construcție și frecvența oscilațiilor sonore, crescând proporțional cu logaritmul acestor mărimi.

Pereții și planșeele cu dimensiuni și mase apreciabile, au o frecvență proprie a oscilațiilor foarte joasă. Aceste elemente de construcție opun o rezistență, datorită inerției, undelor sonore. Aducerea în stare de oscilație a unui obstacol masiv este dificilă, deci se asigură o izolare acustică bună. Pereții alcătuiți din diverse materiale (beton, cărămidă, piatră) la masă egală au același indice de izolare acustică, deci vor atenua zgomotele (cu aceeași frecvență) cu același număr de dB. Zgomotele cu frecvență înaltă sunt mai puternic atenuate ca cele cu frecvență joasă. În cazul frecvenței din intervalul 50...5000 Hz, pentru zgomote obișnuite, capacitatea de izolare acustică depinde numai de logaritmul masei. Dublarea masei (peretelui sau planșeului) sporește capacitatea de izolare acustică cu numai 4...6 dB. Permeabilitatea elementului de construcție despărțitor are o influență defavorabilă asupra izolării acustice (neetanșeiți la pereți și/sau tâmplărie). Atenuarea acustică se poate realiza prin utilizarea pereților dubli în locul pereților simpli omogeni (peretele de zidărie de 25 cm grosime are $E_A = +2 \text{ dB}$). Pereții dubli fără legături rigide între straturile paralele, dând posibilitatea de oscilație independentă, sub acțiunea undelor sonore conduc la o mai bună izolare acustică (de exemplu peretele dublu din zidărie de 12,5 cm grosime, cu material intermediar izolant

de 2 cm are $E_A=+13$ dB). Peretele dublu cu strat intermediar de aer are un spor de izolare acustică de 6...9 dB în medie față de legea masei. Acest spor depinde de distanța între pereți. Pentru a evita fenomenul de rezonanță, grosimea stratului de aer la o structură de pereți din două straturi cu mase m_1 și m_2 rezultă din:

$$d_{\text{amin}} = \frac{1}{m_1 + m_2} = \frac{1}{m} \quad (10.21)$$

iar valoarea frecvenței de rezonanță se va determina cu relația:

$$f_{\text{rez}} = \frac{120}{\sqrt{m \cdot d_a}} \quad (10.22)$$

în care:

d_a - grosimea stratului de aer.

În cazul pereților cu greutate apreciabilă, spațiul între ziduri e recomandabil să rămână liber, la greutate medie materialul izolator acustic, trebuie fixat numai pe unul din pereți. La pereții ușori spațiul intermediar trebuie umplut integral cu material absorbant. Mărirea capacității de izolare fonică se realizează prin amortizarea vibrațiilor pereților despărțitori și prin absorbția sunetului.

Planșeul din beton armat cu masa 360 Kg/m^2 (grosime > 14 cm) va asigura o izolare acustică satisfăcătoare la zgomot aerian. Pentru a nu micșora izolarea acustică a planșeului se vor evita prevederea de goluri neumplute. Îmbunătățirea capacității de izolare acustică a planșeului se poate realiza printr-un tavan suspendat fonoabsorbant. Capacitatea de izolare

acustică a planșeelor este influențată și de alcătuirea pardoselii.

10.3. IZOLAREA ACUSTICĂ LA ZGOMOTUL DE IMPACT

Comparativ cu zgomotul aerian, la care sursa acționează asupra elementului de construcție indirect, prin intermediul undelor acustice ce se propagă prin aer, zgomotul de impact este produs de acțiunea directă prin șoc.

Zgomotul de impact poate proveni din: circulație, căderea obiectelor, mișcarea mobilierului.

Sub efectul zgomotului de impact elementul de construcție vibrează, transformând energia primită, în energie aeriană pe care o transmite mediului înconjurător sub formă de unde sonore.

Energia instantanee de vibrație a planșeului, la zgomotul de impact, este mai mare decât cea generată de zgomotul aerian. Din acest motiv și datorită ușurinței cu care undele provocate de impact se propagă în medii solide, izolarea la zgomot de impact a planșeelor are prioritate.

Gradul de izolare la zgomot de impact a planșeelor se determină experimental, prin acțiunea de impact exercitată prin intermediul unui dispozitiv standard internațional (fig 10.3.III.b.).

Nivelul de intensitate auditivă a zgomotului în camera de emisie se notează cu L_1 , iar nivelul de intensitate a sunetului în încăperea de recepție se notează cu L_2 . Pentru ca zgomotul de

impact să nu afecteze confortul în încăperea inferioară este necesar ca nivelul global de intensitate auditivă a sunetului L_2 să satisfacă relația:

$$L_2 < 85 - \log A \quad (10.23)$$

în care:

A aria de absorbție echivalentă din încăperea de recepție (m^2).

Aprecierea calității de izolare a planșeului la zgomotul de impact se realizează prin considerarea valorilor curbei standard ale nivelului admisibil al intensității sonore la zgomot de impact (L_{na}).

Nivelul normat al zgomotului de impact, care ia în considerare pe lângă zgomotul direct radiat de planșeu și zgomotul reflectat, se calculează cu relația:

$$L_n = L_2 - 10 \cdot \log \frac{A_0}{A} \text{ (dB)} \quad (10.24)$$

în care:

L_2 nivelul zgomotului cauzat de ciocanul standard, măsurat la etajul inferior (dB);

A_0 suprafața de absorbție acustică echivalentă, de referință ($10 m^2$);

A suprafața de absorbție reală a încăperii de sub planșeu, măsurată in-situ (m^2).

Semnul minus din relație, rezultă din faptul că $\log A_0/A$ este negativă ($A > A_0$). Asigurarea condiției de confort la zgomotul de impact implică înscrierea curbei valorilor efective L_n în zona rezultatelor favorabile. Standardele precizează clasa de încredere a planșeelor privind cerințele de confort la zgomot de impact funcție de categoria

de încăperi, separate de planșee dar și de destinația clădirii.

Aportul pardoselii la atenuarea zgomotului de impact depinde de rigiditatea materialului, de capacitatea sa de amortizare locală a oscilațiilor provenite din șoc. Aportul suplimentar la izolarea acustică datorită pardoselii se determină cu relația:

$$\Delta L = L_{n1} - L_{n2} \text{ (dB)} \quad (10.25)$$

în care:

ΔL - îmbunătățirea izolării acustice;

L_{n1} nivelul de zgomot înregistrat în încăperea de sub planșeu fără pardoseală izolantă, acționat de ciocanul standard ;

L_{n2} - nivelul înregistrat în cazul planșeului cu pardoseală izolantă.

Pardoselile moi, cu raportul între modulul de elasticitate și grosime de ordinul $100...500 \text{ Kg/cm}^3$, asigură comportări elastice la zgomotul de impact. Aportul acestor pardoseli la izolarea acustică este de 8 dB la covorul P.V.C. pe suport textil și de 16 dB la covorul P.V.C. pe suport de păslă PNA (360 g/m^2). Pardoselile din parchet au un aport mic la izolarea zgomotului de impact (5 dB) excepție făcând soluția de parchet cu substrat din pudretă de cauciuc (18 dB) sau PFL poros de 25 mm grosime (11 dB).

Dala flotantă este o pardoseală alcătuită dintr-un material de uzură dur, rezemat pe o placă rigidă, care prin intermediul unui strat elastic reazemă pe planșeul brut.

Placa rigidă este alcătuită din beton slab armat (3,5...4 cm), PFL poros, PAL

fără a avea contact direct cu structura pereților de pe contur.

Stratul elastic, ce are rol de amortizare a oscilațiilor din impact, se realizează din plăci de polistiren, pudretă de cauciuc.

Placa rigidă transmite deformarea locală datorită impactului sub formă de unde de încovoiere. Aceste unde sunt amortizate de stratul elastic și transmise planșeului brut.

Placa rigidă cu stratul elastic formează un sistem oscilant a cărui frecvență, dacă coincide cu frecvența șocului favorizează această transmisie.

Atenuarea zgomotului va fi mai accentuată în domeniul frecvențelor ce depășesc frecvența de rezonanță.

Micșorarea zgomotului la soluția cu dală flotantă crește cu frecvența (cu valori de 4...10 dB la o octavă). Aportul pardoselii flotante este mai mare cu cât coeficientul de rigiditate dinamică e mai mic.

Pereții despărțitori se vor poza pe planșeul brut prin intermediul unui strat elastic. Pereții cu greutate redusă se pot așeza pe dala flotantă tot prin intermediul unui strat elastic. Pardoseala din parchet (2,5 cm) pozat pe dala flotantă din beton armat (3,5 cm) ce reazemă pe o pudretă de cauciuc (2 cm) va conduce la o reducere a zgomotului de impact cu 18 dB.

ILUMINATUL NATURAL AL CLĂDIRILOR

11.1. GENERALITĂȚI

Conceptul de confort luminos.

Condițiile minime care asigură gradul de confort din punct de vedere al iluminatului în clădirile de locuit, social-culturale și industriale sunt influențate de:

- modul de pătrundere a luminii solare;
- cantitatea de lumină;
- dimensiunile golurilor (ferestre, uși) în raport cu cele ale plinurilor.

Toate încăperile destinate locuințelor oamenilor trebuie să primească lumină naturală. Fac excepție următoarele spații din cadrul locuințelor: holuri, vestibuluri, cămări, băi, W.C.-uri, iar din cadrul clădirilor social-culturale, care necesită și o lumină artificială și în timpul zilei: săli de operații chirurgicale, expoziții, săli de spectacole.

În clădirile industriale cu parter, ce au lățimi mari, iluminarea naturală este asigurată prin combinarea iluminatului lateral cu cel de sus.

Confortul luminos, prin efectele pozitive, va condiționa: sănătatea locatarilor, mărirea productivității și exploatarea economică a clădirilor.

Asigurarea luminii necesare în încăperile clădirilor civile va conduce la mărirea capacității de a distinge detalii mici și la creșterea vitezei de percepție.

Nivelul de iluminare naturală este influențat de:

- constanța condițiilor de iluminare în aer liber, care depind de amplasarea geografică, orientarea clădirii, anotimp, ora zilei, nebulozitate;
- culoarea suprafețelor încăperii (culorile deschise conduc la sporirea luminii indirecte reflectate);

- curățirea geamurilor.

Exigențe privind iluminatul natural.

Modul de iluminare naturală a unei încăperi (iluminare laterală, iluminare de sus, iluminare combinată) se va alege în raport cu destinația încăperilor (specificul muncii) și mărimea acestora.

Valorile iluminatului natural ce trebuie asigurat în diferite încăperi, sunt indicate în standarde, funcție de categoriile de lucrări vizuale (precizia lucrării).

Încadrarea orientativă a clădirilor civile este indicată în standard în funcție de categoria de muncă (precizia lucrării prin distingerea unor detalii de diverse mărimi).

Nivelul iluminării medii normate este determinat în raport cu contrastul între fond și detalii (care poate fi: mic, mediu, mare) și luminozitatea fondului (luminos, mediu, întunecos).

În cazul încăperilor la care valorile normate depășesc pe cele calculate se utilizează iluminatul mixt: iluminatul natural general și iluminatul artificial local.

Iluminarea naturală exterioară.

Intensitatea luminoasă în spațiul liber este variabilă în funcție de anotimp, ora zilei, condiții meteorologice (sau gradul de poluare); intensitatea luminii solare variază în cazul bolții cerești acoperite, în câteva minute, de la 100% la 200%, iar în cazul soarelui strălucitor și al norilor rapizi în câteva secunde de mai multe ori 100%.

Lumina naturală exterioară este considerată pentru simplificare, lumina difuză a bolții cerești complet acoperite (cer uniform luminos); în ziua solstițiului de iarnă (între orele 9h și 30• și 14h și 30•) se neglijează eventualul surplus de lumină produs de razele directe ale soarelui.

Iluminarea exterioară orizontală în spațiul liber variază între 0 și 100.000 lx, având valoare maximă de 70.000 lx.

În condițiile țării noastre (latitudinea 44-48°), iluminarea exterioară dată de bolta cerească este minim 4000 lx.

Valorile normate ale iluminării naturale interioare au fost determinate considerând iluminarea exterioară $E_e = 4000$ lx.

La construcții cu caracter sezonier, iluminarea exterioară poate fi considerată de $E_e = 7000$ lx.

11.2. ILUMINATUL INTERIOR NATURAL

Iluminatul natural din interiorul încăperii se compune din iluminatul direct (de la bolta cerească) și cel indirect (lumina reflectată de la suprafețele interioare ale clădirilor învecinate sau ale terenului) (fig.11.1).

Planul de lucru este planul orizontal la care se raportează valorile de calcul și normate ale iluminării naturale. Convențional, planul de lucru se consideră situat la 0,85...1,00 m de pardoseală sau în unele cazuri chiar la nivelul pardoselii (culoare de circulație, holuri de hoteluri, grupuri sanitare, săli

de sport, grădinițe). În cazuri deosebite se consideră 1,5 m de la pardoseală (cazul atelierelor de pictură).

Uniformitatea iluminării este raportul între valorile minime și maxime ale iluminării naturale interioare în limitele zonei de lucru (exceptând zonele perimetrale de 3...4 m de la suprafețele vitrate).

Factorii de uniformitate ($E_{\min}/E_{\text{med}}$, $E_{\min}/E_{\max}$), în încăperile din clădirile civile, trebuie să se încadreze în limitele indicate de standard, funcție de precizia lucrării și nivelul iluminării ($E_{\min}/E_{\text{med}} = 0,65$ - pe planul de lucru și $E_{\min}/E_{\max} = 0,50$ - în orice punct).

Uniformitatea iluminării naturale în încăperile clădirilor civile se poate obține prin utilizarea cercevelor înguste, alegerea pardoseii de culoare deschisă, a ferestrelor cu dimensiuni mari, a pereților cu grosime mică.

Folosirea jaluzelelor poate ameliora factorul de uniformitate a iluminării $E_{\min}/E_{\max}$ de la 5/195 la 1/115, dar cu o scădere a iluminării medii de la $E_m = 39$ lx la 27 lx și a randamentului de la 48% la 33%.

Iluminarea naturală indirectă este compusă din lumina reflectată de la suprafețele interioare (pereți, tavane, pardoseală), de la suprafețele exterioare ale clădirilor învecinate sau

ale terenului. Aportul luminii reflectate de la suprafețele interioare (prin folosirea culorilor deschise) este în special important în zona unde influența luminii naturale directe este mai mică.

Corelația între ambianța generală a încăperii, coeficientul de reflexie mediu al suprafețelor ce limitează încăperea (τ_m) și factorul psihologic de ambianță ($1/1-\tau_m$) este determinat funcție de ambianța încăperii (foarte luminoasă, luminoasă, medie, întunecoasă, foarte întunecoasă).

Ameliorarea iluminării naturale în încăperile întunecoase se poate realiza prin folosirea prismelor de sticlă (Luxfer) care deviază lumina naturală venită de la înălțime sub unghi redus, transmițându-se spre partea din spate a încăperii (fig. 11.1.III).

Valorile informative ale coeficienților de reflexie pentru culori (vopsitorie, zugrăveli, tapete) pentru diverse materiale și suprafețe (interioare și exterioare) variază între 0,88 (alb) și 0,02 (negru).

Iluminarea naturală verticală prin ferestre.

Dimensiunile ferestrelor (S_f) în funcție de suprafața pardoselii (S_p) a încăperii trebuie să satisfacă valorile minime normate funcție de precizia lucrării (distingerea detaliilor de diferite mărimi) și destinația încăperii.

Componentele iluminatului natural

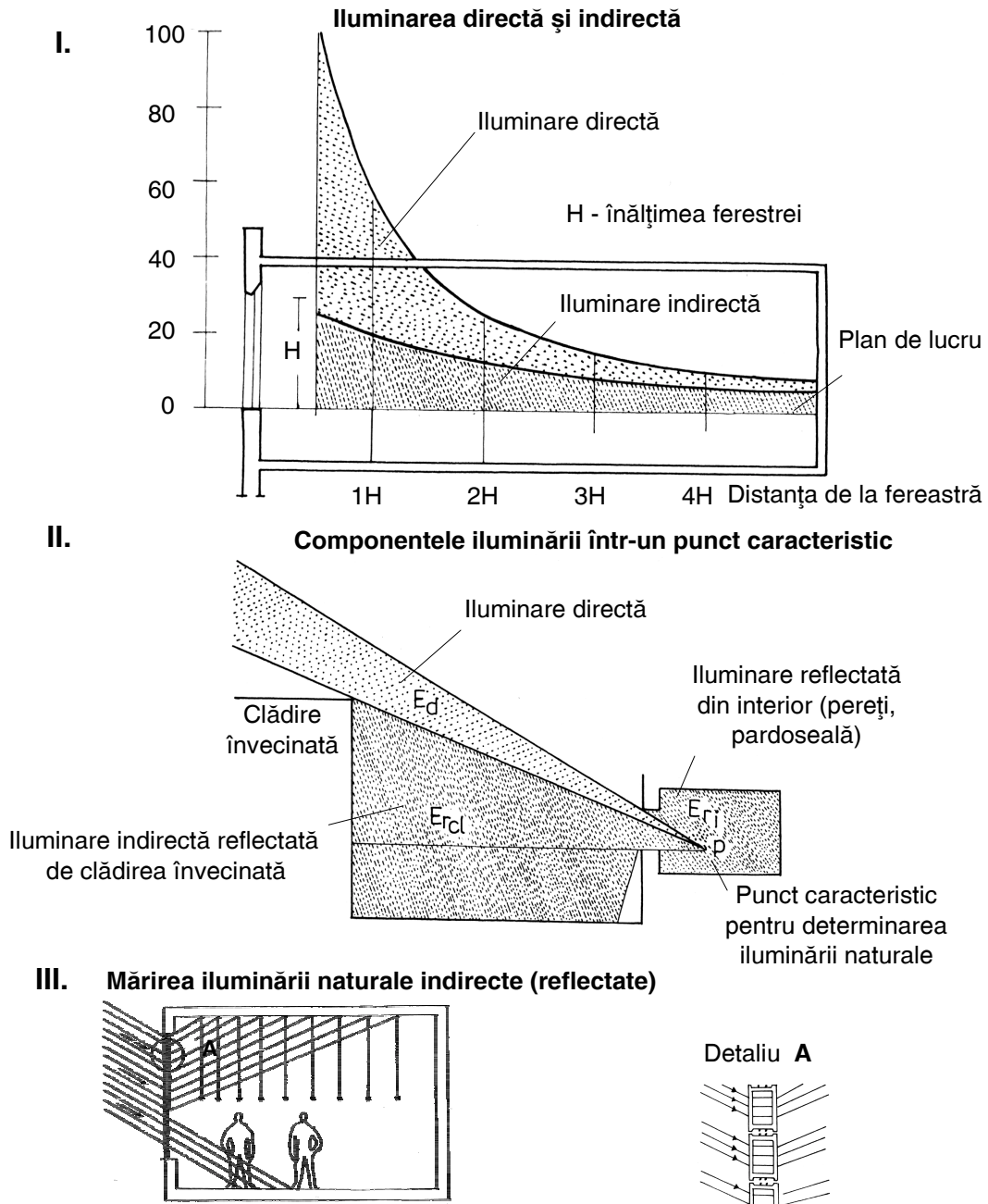


Fig. 11.1 Componentele iluminării naturale laterale. I. Iluminarea directă și indirectă reflectată interioară. II. Iluminarea într-un punct P (directă, indirectă, exterioară și interioară). III. Mărirea iluminării indirecte (reflectate din interior) .

Valorile normate sunt valabile pentru ferestrele având raportul al dimensiunilor lăţime/adâncime, (faţă de poziţia ferestrelor) mai mici de 0,5.

Iluminarea naturală a unei încăperi nu este proporţională cu suprafaţa ferestrelor S_f când $S_f > (1/10 \dots 1/8) S_p$. Mărimd suprafaţa ferestrelor S_f la $(1/6 \dots 1/3) S_p$ iluminarea naturală medie va creşte numai cu 60%.

Grosimea mare a pereţilor diminuează uniformitatea iluminării naturale interioare. Se recomandă ca la încăperile cu suprafaţă mare de lucru, aria pardoselii să nu depăşească un sfert din suprafaţa ferestrei.

Amplasarea ferestrei în spaţiul superior al peretelui va conduce la scăderea randamentului iluminării naturale, dar se va obţine o uniformitate sporită, deoarece valorile iluminării naturale cresc spre partea opusă ferestrei, sporind totodată utilizarea avantajoasă a acestei părţi a încăperii.

Stabilirea simplificată a iluminării verticale prin ferestre. Pereţii verticali pe care sunt pozate ferestrele sunt iluminaţi de jumătate din bolta cerească ($E_v = 0,5 E_e$).

În cazul iluminării naturale prin ferestre verticale, factorul fereastră (f) este egal cu raportul între iluminarea prin ferestre (E_f) şi iluminarea exterioară (E_e).

$$f = E_f / E_e ; \quad E_f = E_e \cdot f \quad (11.1)$$

Factorul fereastră (f) se determină funcţie de raportul B/H (B-distanţa până la clădirea exterioară şi H - înălţimea

clădirii exterioare) şi L/H (L - lungimea clădirii exterioare şi H - înălţimea ei).

Iluminarea naturală în încăpere prin ferestre laterale se determină cu relaţia:

$$E_v = E_e \cdot f \cdot \eta \cdot \frac{S_f}{S_p} \quad (11.2)$$

în care:

E_v - iluminarea naturală în încăpere;

E_e - iluminarea naturală exterioară (min 4000 lx);

f - factorul fereastră;

η - randamentul iluminării naturale (val. medie 40%);

S_f - suprafaţa ferestrelor;

S_p - suprafaţa pardoseliei ce este dependentă de raportul S_f/S_p care e funcţie de destinaţia încăperii.

În cazul ferestrelor amplasate în pereţi de grosime mare factorul fereastră (f) se corectează cu un coeficient, funcţie de b/t şi h/t, de reducere (în care b - lăţimea, h - înălţimea, t - grosimea ferestrei).

11.3. CALCULUL ILUMINĂRII NATURALE

Calculul se efectuează în puncte caracteristice pe planul de lucru al secţiunilor principale ale încăperii .

Iluminarea într-un punct caracteristic din încăpere se realizează prin însumarea simultană sau parţială a iluminării directe şi reflectate şi este dată de relaţia:

$$E = E_d + E_{ri} + E_{re} + E_{rt} \quad (lx) \quad (11.3)$$

în care:

E - iluminarea interioară;

E_d - iluminarea directă;
 E_{ri} - iluminarea reflectată interioară;
 E_{re} - iluminarea reflectată exterioară de la clădiri;
 E_{rt} - iluminarea reflectată de la teren.

Iluminarea directă E_d se determină cu relația:

$$E_d = E_c \cdot t = e_c \cdot q \cdot t \quad (11.4)$$

în care:

E_d - iluminarea directă;
 E_c - iluminarea de calcul;
 t - coeficient de reducere a luminii funcție de: mărimea cercevelor (lemn, beton armat, metal), gradul de murdărire și poziția geamurilor și opturarea parțială a iluminării directe datorită elementelor de rezistență;
 e_c - coeficientul bolții cerești;
 q - coeficient influențat de distribuția neuniformă a intensității luminoase a bolții cerești și se determină cu relația:

$$q = \frac{3}{7}(1 + 2 \sin \theta) \quad (11.5)$$

în care:

θ - unghiul format de linia orizontală cu dreapta care unește punctul dat de centrul golului de lumină din secțiunea transversală sau longitudinală.

Calculul coeficientului bolții cerești (e_c)

Coeficientul bolții cerești este raportul între proiecția suprafeței S_c (proiecția semibolții cerești ce luminează punctul P) și proiecția întregii semibolții cerești (fig. 2):

$$e_c = \frac{S_c \cdot \cos \beta}{\pi \cdot r^2} \quad (11.6)$$

în care:

S_c - suprafața de cer văzută prin golul de lumină;
 $S_c \cos \beta$ - proiecția suprafeței " S_c " pe planul orizontal;
 r - raza proiecției semibolții cerești pe plan orizontal.

Determinarea practică a coeficientului bolții cerești se face cu metoda razelor cunoscută și sub denumirea de metoda Daniliuk:

$$e_0 = \frac{e_I \cdot e_{II}}{100} = 0,001 \cdot e_I \cdot e_{II} \quad (\%) \quad (11.7)$$

sau

$$e_0 = \frac{e_I \cdot e_{II} \cdot 4000}{100} = e_I \cdot e_{II} \cdot 40 \quad (\text{lx}) \quad (11.8)$$

Punctul caracteristic P (unde se determină coeficientul bolții cerești) din interiorul încăperii reprezintă mijlocul semisferei cerului și, în același timp, vârful unghiului solid care cuprinde golul de lumină și porțiunea din semibolta cerească ce luminează acest punct.

Metoda razelor determină, pe cale grafică, coeficientul bolții cerești folosind două grafice unghiulare (fig. 11.2).

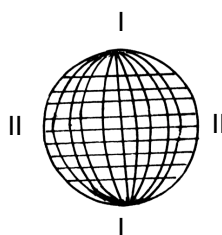
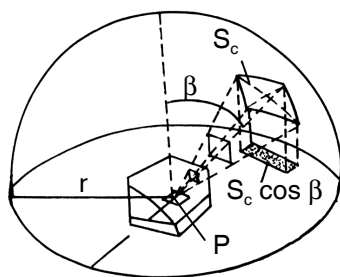
Suprafața aparentă a semibolții cerești se împarte printr-un caroiaj sferic în 10.000 părți unitare, 100 părți prin meridiane și 100 părți prin paralele.

Utilizând cele două grafice unghiulare se determină numărul de porțiuni unitare al semibolții cerești care luminează punctul P, unde se calculează iluminarea naturală.

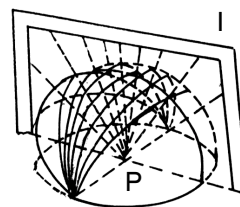
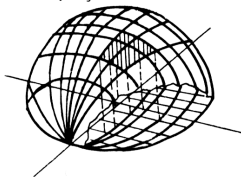
Determinarea coeficientului bolții cerești (metoda razelor - Daniliuk)

A. Conceptul metodei razelor

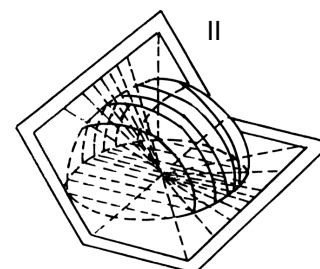
Legea proiecției unghiului solid



Împărțirea bolții cerești în porțiuni unitare



Formarea graficelor I și II



B. Utilizarea graficelor I și II pentru determinarea lui ϵ_1 și ϵ_2 (iluminatul lateral)

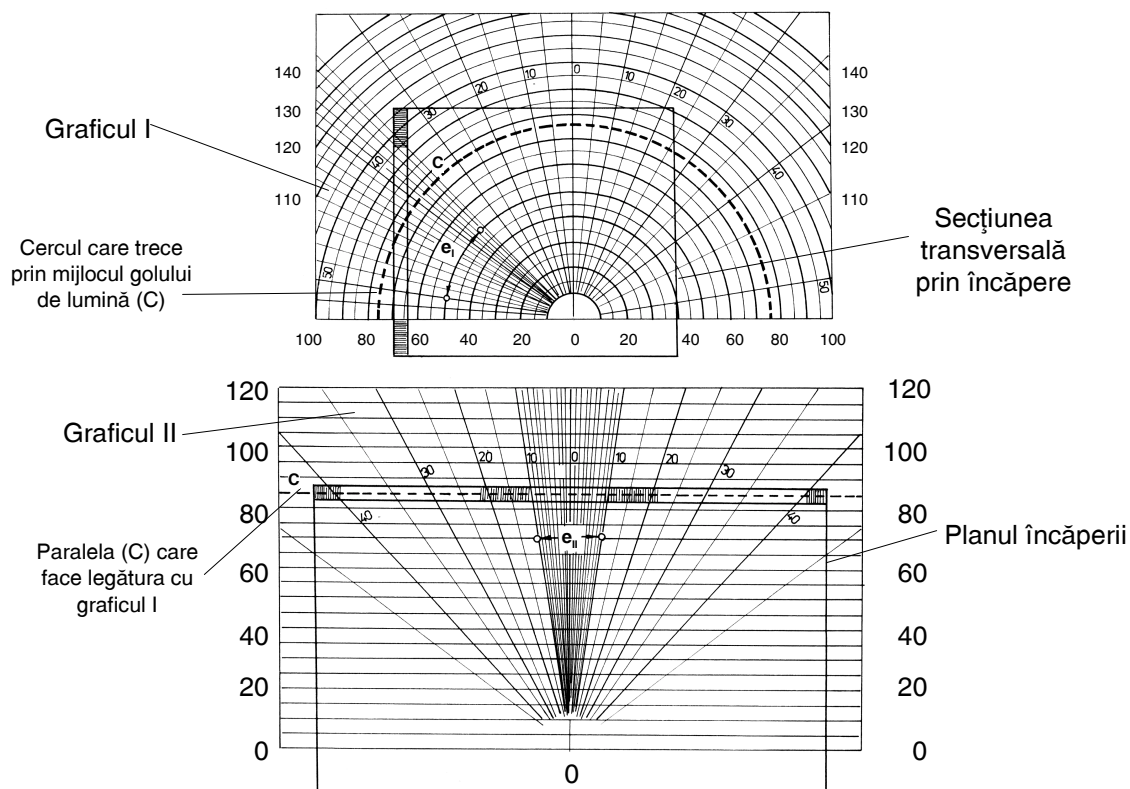


Fig. 11.2 Determinarea coeficientului bolții cerești. A. Conceptul metodei razelor. B. Folosirea graficelor lui Daniliuk pentru determinarea iluminatului natural (lateral)

Practic pentru determinarea lui e_c se procedează astfel:

- pe secțiunea transversală a încăperii (sau longitudinală), pe care sunt figurate golurile de lumină, se așează graficul I astfel încât centrul acestuia să coincidă cu punctul a cărui iluminare se determină. Raza 00 trebuie să fie verticală în punctul P. Se vor număra razele care trec prin goluri (e_i) și se va nota numărul cercului, care trece prin mijlocul golului ferestrei.

- pe planul orizontal al încăperii, desenat la aceeași scară cu secțiunea, se suprapune graficul II, în așa fel încât axa graficului 00 să treacă prin punctul P (fig. 11.3).

Planul vertical, ce conține axa longitudinală a peretelui în care se află golul de lumină, trebuie să coincidă cu dreapta din grafic purtând același număr cu cercul din graficul I (astfel se face legătura între cele două grafice) se vor număra razele care trec prin goluri (e_{ii}).

Iluminarea indirectă

Iluminarea indirectă se obține din lumina reflectată din interior (E_{ri}) și din exterior (E_{rci} , E_{rt}).

Iluminarea naturală produsă de lumina reflectată de la suprafețele interioare (tavane, pereți, pardoseli) se calculează cu relațiile (fig. 3):

- în cazul iluminatului interior:

$$E_{ri} = E_{c \min} \cdot R_1 \quad (11.9)$$

- în cazul iluminatului de sus:

$$E_{ri} = E_{o \text{ med}} \cdot R_2 \quad (11.10)$$

- în cazul iluminatului combinat:

$$E_{vi} = E_{c \min} \cdot R_1 + E_{c \text{ med}} \cdot R_2 \quad (11.11)$$

în care:

$E_{c \min}$ - valoarea minimă a luminii de calcul;

R_1 - factorul de reflexie pentru iluminatul lateral care poate fi unilateral sau bilateral;

$$E_{c \text{ med}} = \frac{E_{1/2} + E_2 + E_3 + \dots + E_{n/2}}{n} \quad (11.12)$$

în care:

n - numărul punctelor caracteristice în care se calculează iluminarea;

R_2 - factorul de reflexie pentru iluminatul de sus care este funcție de numărul deschiderilor și raportul H/L în care, H - înălțimea încăperii; L - lățimea încăperii.

Coeficientul mediu de reflexie:

$$\rho_{\text{med}} = \frac{S_1 \rho_1 + S_2 \rho_2 + S_3 \rho_3}{S_1 + S_2 + S_3} \quad (11.13)$$

în care:

ρ_1, ρ_2, ρ_3 - coeficienți de reflexie a suprafețelor (funcție de culoarea pereților, tavanelor, pardoselii);

$S_1, S_2, \dots, S_n$ - suprafețele respective ale pereților, tavanului, pardoselii.

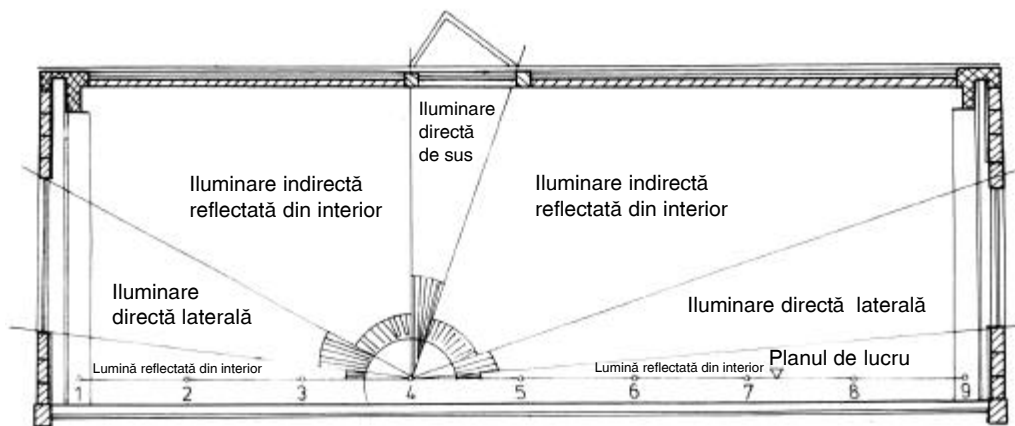
Iluminarea naturală, produsă de lumina reflectată de la clădirile exterioare sau de la terenul exterior se calculează cu relațiile:

$$E_{v \text{ cl}} = 0,10 \cdot E_{c \text{ cl}} \cdot t \quad (11.14)$$

în care:

Iluminatul interior natural combinat (lateral și de sus)

I. Componentele iluminatului interior direct (lateral și de sus) și indirect (reflectat)



II. Curbele iluminării naturale laterale, de sus și combinate

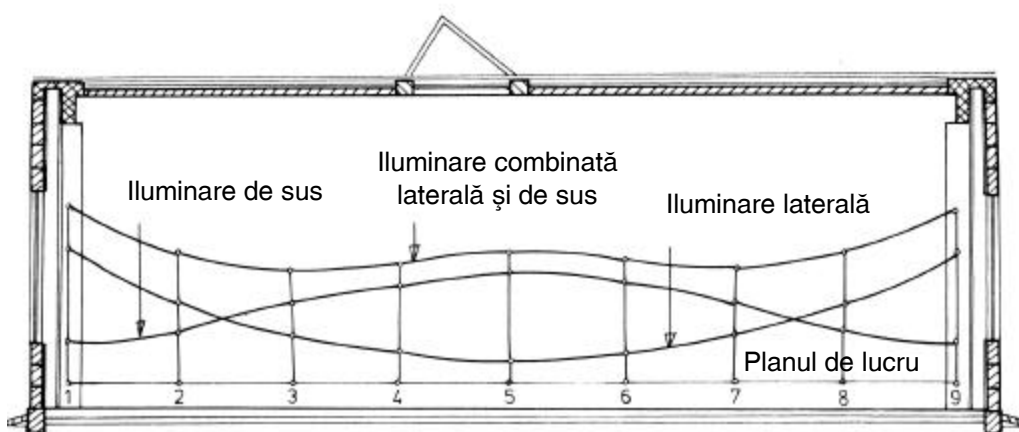


Fig. 11.3 Iluminatul natural combinat. I. Componentele iluminatului natural.
II. Curbele iluminatului natural.

$E_{c_{cl}}$ - iluminarea naturală ce s-ar realiza de la bolta cerească pe porțiunea clădirii;

t - coeficient de reducere a luminii funcție de gradul de murdărire și poziția geamului (orizontal, vertical, înclinat) și natura cercevelor (metal, lemn, beton armat);

$$E_{Tt} = E_{c_{min}} \cdot R_3 \quad (11.15)$$

în care:

$E_{c_{min}}$ - valoarea minimă a luminii de calcul;

R_3 - factor de reflexie a terenului funcție de raportul B/h în care; B - adâncimea încăperii; h - înălțimea ferestrei peste planul de lucru.

Concepția clădirilor civile din punct de vedere al asigurării unui iluminat natural optim trebuie corelată cu izolarea termică suplimentară a spațiilor vitrate.

ACȚIUNI ÎN CONSTRUCȚII

12.1. GENERALITĂȚI

Acțiunile în construcții sunt cauzele ce determină solicitări mecanice în elementele de construcție.

În timpul execuției și în perioada exploatarei, clădirile sunt supuse la acțiuni cauzate de diverse manifestări din natură: câmpul gravitațional (greutatea proprie, greutatea oamenilor, greutatea mobilierului sau a utilajului tehnologic), factorii climatici ai zonei unde este amplasată clădirea (zăpadă, vânt, variații de temperatură, cutremure).

În plus acțiunile pot avea cauze cu caracter excepțional cum ar fi: exploziile, tasările bruște, alunecările de teren, ruperea unor elemente cu implicații asupra structurii de rezistență, inundații catastrofale (fig.12.1).

În concepția și proiectarea structurilor de rezistență a clădirilor (fig.12.2), acțiunile se consideră sub formă de forțe, deplasări sau deformații impuse

Acțiunile sunt reprezentate în calculul clădirilor prin încărcări (sinonim cu sarcini).

Reprezentările grafice ale sarcinilor se realizează pe scheme de încărcare sub formă: de forțe (greutate proprie, greutatea oamenilor, greutatea zăpezii, presiunea vântului); de deplasări sau deformații impuse (variația temperaturii, tasarea reazemelor, acțiunea precomprimării).

Pentru acestea este necesar să se precizeze o serie de parametri: punctul de aplicare, orientarea, intensitatea, amplitudinea, frecvența.

Clasificarea încărcărilor.

Criteriile de clasificare a acțiunilor pot fi: după efectul produs și după variația în timp.

- Încărcările după efectul produs pot fi: încărcări statice și/sau dinamice. Încărcările statice rămân constante sau se schimbă lent și nu produc vibrații în structura clădirii.

Încărcările dinamice variază rapid ca intensitate, sens, direcție sau/și punct de aplicație. Încărcările dinamice sunt considerate forțele elastice și de amortizare. Aceste încărcări pot fi forțe de inerție determinate de mișcările structurii, ce determină vibrații ale clădirii. De exemplu, acțiunea datorată vântului se considera o încărcare statică pentru clădiri joase, masive, suficient de rigide și o acțiune cu caracter dinamic pentru construcții zvelte unde accelerațiile au valori semnificative.

- După modul de variație în timp și frecvența de manifestare la anumite intensități, acțiunile sunt: permanente, variabile și excepționale.

Acțiunile permanente sunt constante pe toată durata de exploatare, de exemplu: greutatea proprie, greutatea și împingerea pământului, forța de precomprimare.

Acțiunile variabile pot fi cvasipermanente și tranzitorii.

Acțiunile cvasipermanente se manifestă cu intensități mari, timp îndelungat, de exemplu: sarcini de la utilaje fixe, încărcări în depozite,

încărcări din oameni în zone unde aglomerația este frecventă (săli de cinema, teatru), pereți despărțitori, presiunea lichidelor și a gazelor, greutatea prafului industrial, variația temperaturii tehnologice, tasări neuniforme.

Acțiunile tranzitorii se manifestă într-un timp scurt cu intensități semnificative (rar întâlnite), de exemplu: podul rulant, oameni în spații de circulație, vânt, variații de temperatură exterioară, încărcări la execuția și montajul elementelor de construcție.

Acțiunile excepționale apar foarte rar cu intensități mari sau chiar niciodată în perioada de exploatare a clădirii, de exemplu: cutremur, defecțiuni-rupere cablu ascensor, tasări bruște, explozii, inundații catastrofale.

Criteriul de clasificare a acțiunilor, după frecvența cu care sunt întâlnite încărcările la anumite intensități, în cursul exploatării clădirii, este folosit în metoda de calcul la stări limită.

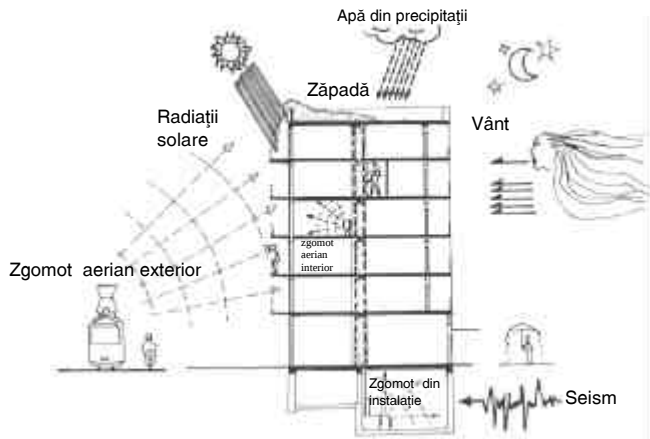
Intensitatea încărcărilor.

Încărcările ce acționează asupra clădirilor reprezintă valori stabilite pe baza unor observații făcute timp îndelungat.

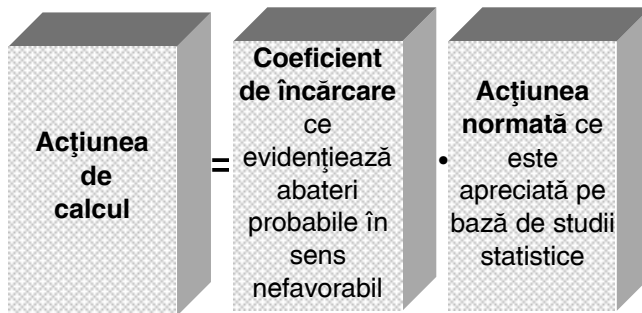
Valorile încărcărilor normate reprezintă medii ponderate ale valorilor posibile cu o anumită probabilitate. Acțiunile normate reprezintă valori de referință din prelucrările statistice (distribuții, valori medii, abatere standard, coeficient de variație). Aceste valori "caracteristice" sunt definite prin

Acțiuni în construcții

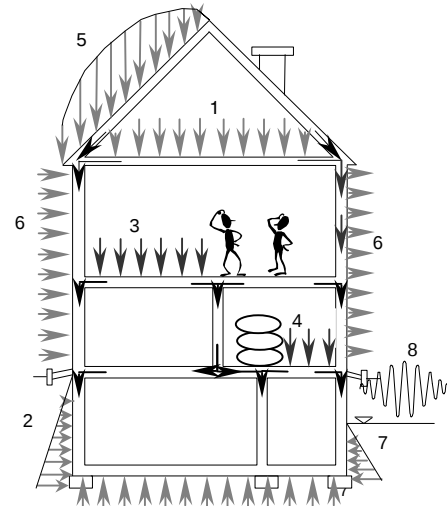
Factori ce acționează asupra clădirilor



Intensitatea încărcării



Acțiuni asupra clădirii



1. Încărcări permanente din greutate proprie.
2. Împingerea pământului.
3. Greutatea oamenilor.
4. Greutatea materialelor depășite.
5. Încărcare din zăpadă.
6. Încărcarea din vânt (presiune, suucțiune).
7. Presiunea apei.
8. Acțiunea seismică

Gruparea încărcărilor

$$\textcircled{G.F} = \sum \textcircled{n} \textcircled{AP} + \sum \textcircled{n} \textcircled{AC} + \textcircled{n_g} \sum \textcircled{n} \textcircled{AT}$$

$$\textcircled{G.S} = \sum \textcircled{AP} + \sum \textcircled{AC} + \textcircled{n_g} \sum \textcircled{AT} + \textcircled{AE}$$

G.F. - gruparea fundamentală de încărcări **G.S.** - gruparea suplimentară de încărcări; **AP** - acțiuni permanente; **AC** - acțiuni cvasipermanente; **AT** - acțiuni tranzitorii; **AE** - acțiuni excepționale; **n** - coeficientul încărcării; **n_g** - coeficientul grupării de încărcare.

Fig 12.1. Acțiuni în construcții. Intensitatea încărcărilor. Gruparea încărcărilor.

probabilitatea redusă de a fi depășită în timp. Acestea sunt acoperitoare pentru exploatarea normală.

Acțiunile de calcul se determină cu relația din fig.12.1.

- În calculele efectuate după metoda stărilor limită, acțiunile se folosesc cu valoarea lor de calcul egală cu valoarea normată a încărcărilor, multiplicată cu coeficientul încărcării.
- Coeficientul încărcării evidențiază abateri probabile în sens nefavorabil.

Grupările de încărcări.

Pentru calculul structurilor de rezistență este necesar să se ia în considerație combinațiile de încărcări cele mai defavorabile, a căror acțiune simultană este practic realizabilă.

Grupările de acțiuni pot fi: fundamentale și speciale (fig.12.1).

Gruparea fundamentală cuprinde: acțiunile permanente și variabile (cvasipermanente și tranzitorii), corectate cu coeficientul de încărcare.

Acțiunile variabile sunt afectate și de un coeficient de grupare.

Gruparea specială cuprinde acțiunile permanente și variabile normate la care se adaugă acțiunea extraordinară.

Combinațiile sunt valori aleatoare datorită încărcărilor componente, dar în special din cauza posibilităților de suprapunere a acestora.

Pentru stabilirea celor mai defavorabile ipoteze de încărcare se ține seama de distribuția în spațiu a încărcărilor, de exemplu, încărcarea utilă (oameni, mobilier) se dispune în

șah la cadrele etajate cu mai multe deschideri (fig.12.3).

Simultaneitatea acțiunii încărcărilor constituie o problemă importantă ce stă permanent în atenția inginerului, la concepția structurilor de rezistență.

La acțiunea mai multor încărcări este puțin probabil ca acestea să acționeze concomitent la intensitățile lor maxime. Apropierea de realitate în exploatare este prilejuită de folosirea coeficientului de grupare, care în general este subunitar.

În cadrul combinațiilor de încărcări, se va evita suprapunerea acțiunii maxime a vântului peste cea maximă a zăpezii din zonele expuse aglomerării (cele adăpostite). La acoperișul tip terasă necirculabil se va evita suprapunerea greutateii zăpezii cu greutatea oamenilor.

La determinarea combinațiilor de încărcări speciale se va considera și o încărcare cu caracter excepțional, de exemplu, sarcina seismică. Această sarcină nu se va combina cu încărcările orizontale provenite din vânt sau datorită frânării podului rulant în clădirile industriale.

Grupările de încărcări diferă funcție de starea limită la care se realizează calculul.

12.2. ÎNCĂRCĂRI PERMANENTE

Acțiunile sau încărcările permanente rezultă din greutatea proprie a elementelor structurale și nestructurale ale clădirilor, precum și din încărcări aplicate cu caracter permanent

cum sunt: greutatea proprie, presiunea pământului, efectul precomprimării.

Greutatea proprie a elementelor permanente ale clădirilor se determină cu relația din fig. 12.2.1.

Greutatea proprie a elementelor clădirilor se determină prin multiplicarea volumului elementelor respective, pe baza detaliilor din proiecte sau prescripții, cu greutatea tehnică a fiecărui material ce intră în componența acestor elemente.

Greutatea tehnică poate fi exprimată sub formă de greutate specifică, în cazul materialelor omogene și compacte (metale, lichide); greutate specifică aparentă pentru materialele neomogene poroase (lemn, cărămidă, beton); greutatea specifică în grămadă sau în vrac (balast, ciment, cărbune); greutatea specifică în stivă (cherestea, cărămizi), fig.12.2.1.

Factorul parțial de siguranță (coeficientul încărcării) ia în considerație abaterile întâmplătoare din nerespectarea la execuție a dimensiunilor din proiect și este influențat de toleranțele admise.

De exemplu, în cazul profilelor laminate din oțel, împrăștierea valorilor dimensiunilor elementelor structurale este mică, toleranțele dimensionale fiind privite în acest caz ca variații maxime admise la recepție.

La elementele din beton armat, variația valorilor dimensiunilor depinde de calitatea cofrajelor și tehnologia de execuție folosită.

Se remarcă variații și la valoarea greutății specifice a materialelor. La oțelul laminat această variație este neglijabilă, iar la elementele din beton monolit ajunge până la 5%, datorită compactării neuniforme.

Toleranțele pentru elementele din beton armat prefabricate, comparativ cu cele monolite, sunt considerabil mai mici.

Acțiunile permanente sunt, de obicei, reprezentate pe schemele de încărcări cu sarcină uniform distribuită pe lungimea elementelor de construcții (fig.12.3).

Acțiunea permanentă, fiind o încărcare gravitațională, va fi întotdeauna verticală. În cazul unui element de construcție înclinat, sarcina permanentă de calcul va fi multiplicată cu valoarea cosinusului unghiului.

Încărcările permanente vor fi luate în considerație în toate combinațiile ce dau valoarea cea mai defavorabilă. De exemplu, în cazul unei grinzi continue, în unele secțiuni greutatea proprie nu este defavorabilă, descărcând unele câmpuri. Din această cauză, încărcarea utilă va fi pozată în șah pentru obținerea unei valori maxime (fig.12.3).

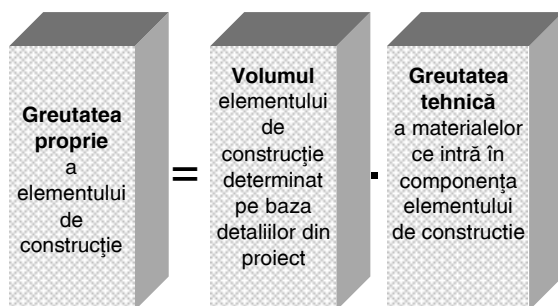
12.3. ÎNCĂRCĂRI UTILE

Încărcările utile sunt sarcinile ce apar datorită procesului de exploatare a clădirilor.

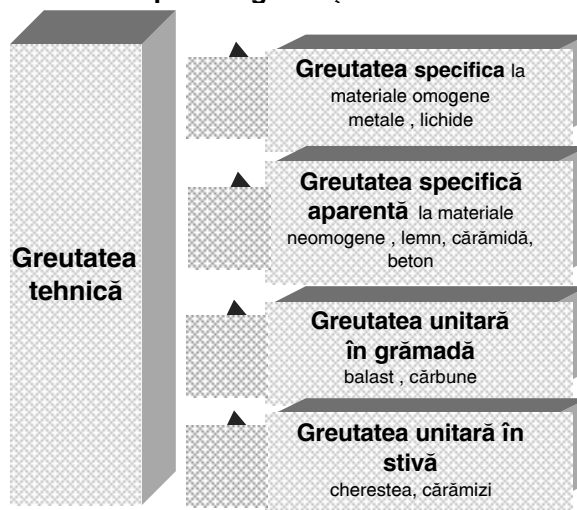
Încărcările utile normate, uniform distribuite pe planșeele clădirilor civile, pot fi: greutatea oamenilor, greutatea

Acțiuni permanente și utile

I. Determinarea greutății proprii a elementelor de construcție



Tipuri de greutate tehnice



II. Încărcări utile

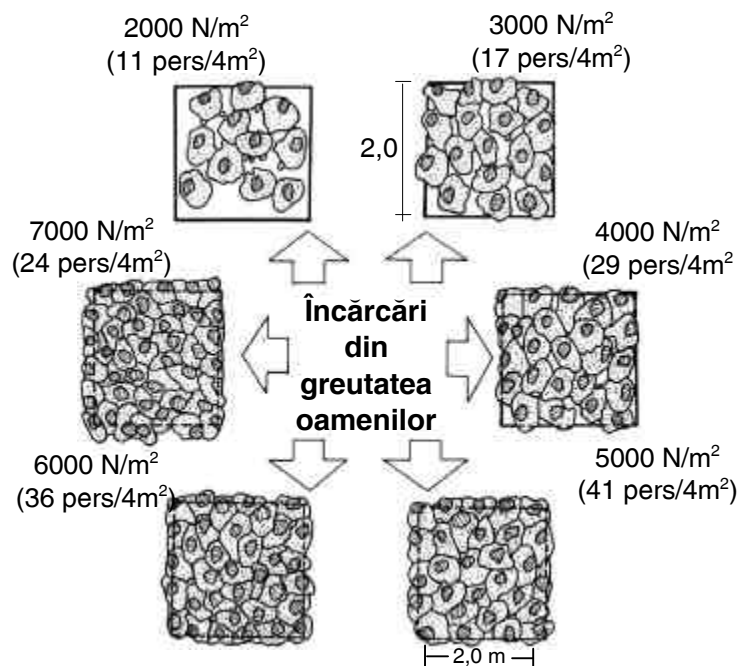
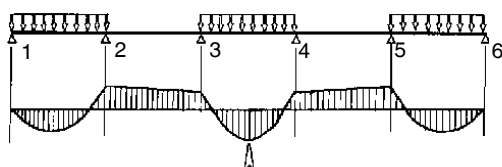


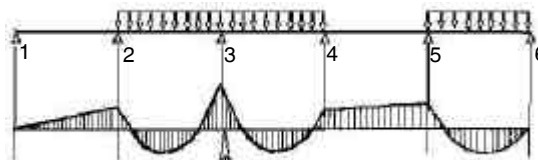
Fig. 12.2 Acțiuni permanente. Determinarea greutății proprii. (I.) Încărcări utile din greutatea oamenilor. (II.)

Acțiuni în construcții. Scheme de încărcare

Ipoteze defavorabile de încărcare cu sarcini utile pentru obținerea unor solicitări maxime (în câmp, pe reazem) la grinzi continue.



M_{3-4} momentul maxim în câmp, care se obține în panoul încărcat (3-4) iar cele alăturate sunt descărcate (2-3 și 4-5).



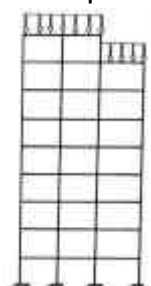
M_3 momentul maxim pe reazem, care apare prin încărcarea a doua panouri adiacente (2-3 și 3-4) iar restul grinzii se încarcă în sah.

Schemele de încărcare la un cadru etajat

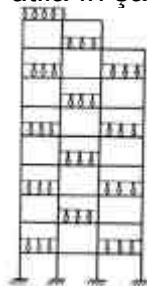
Încărcare permanentă



Încărcare din zăpadă



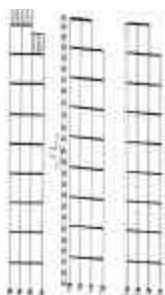
Încărcare utilă în șah



Încărcare utilă din șah



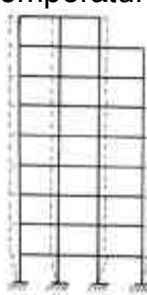
Încărcare din vânt



Încărcare seismică



Încărcare din variații de temperatură



Încărcare din tasarea fundațiilor



Fig. 12.3 Acțiuni în construcții. Scheme de încărcare

mobilierului, greutatea materialelor depozitate.

În standarde, încărcările utile sunt definite ca încărcări statice echivalente probabile (repartizate uniform), pentru anumite destinații. De exemplu, la clădiri de locuit încărcările utile se consideră din greutatea oamenilor și a mobilierului, având valori diferite în încăperi (1500 N/m^2), comparativ cu cele de pe culoare sau scări (3000 N/m^2).

Valorile sarcinilor utile sunt în general rezultatul experienței și interpretării ingineresti. Valorile recomandate în standarde sunt cele minime.

Aglomerarea de oameni este condiționată de destinația spațiilor și de amplasamentul mobilierului.

În cazul încărcărilor din greutatea oamenilor se poate menționa că pentru valori de peste 2000 N/m^2 persoanele nu se pot deplasa liber, iar în cazul valorilor de peste 4000 N/m^2 aglomerările de oameni sunt compacte. În cazul valorilor de peste 6000 N/m^2 , întâlnite rar în realitate, sunt situații total neconfortabile (fig.12.2.II).

Încărcarea utilă din greutatea pereților despărțitori, cu forme complicate în plan și cu posibilități ulterioare de modificare a poziției, este dată în standarde, sub formă de sarcină echivalentă uniform distribuită. Această încărcare este funcție de greutatea pe metru liniar a pereților despărțitori.

În vederea unei proiectări raționale și economice, încărcările utile folosite la

calculul stâlpilor, grinzilor, pereților portanți, fundațiilor, se vor micșora prin intermediul unor factori de reducere.

La grinzi, acest factor depinde de suprafața aferentă încărcării utile, iar la stâlpi de numărul de planșee considerate deasupra secțiunii calculate.

Această micșorare a încărcării utile ține seama de posibilitatea reală de a nu se atinge în exploatare, integral pe toată suprafața nivelului sau simultan pe toate etajele, intensitatea maximă a încărcării utile. Planșeele încărcate cu sarcină utilă pot avea următoarele scheme de încărcare: încărcare completă, absența încărcării sau încărcarea parțială pentru obținerea unei ipoteze defavorabile.

12.4. ÎNCĂRCĂRI DATE DE ZĂPADĂ

Încărcarea climatică din zăpadă este frecventă în țara noastră.

Încărcarea dată de zăpadă este influențată de greutatea stratului de zăpadă pe teren orizontal, de condițiile de expunere a construcțiilor și de forma acoperișurilor (fig.12.4.I, II).

Intensitatea normată a zăpezii se determină cu relația:

$$p_z^n = c_{zi} \cdot c_e \cdot g_z \text{ (kN/m}^2 \text{)} \quad (12.1)$$

în care:

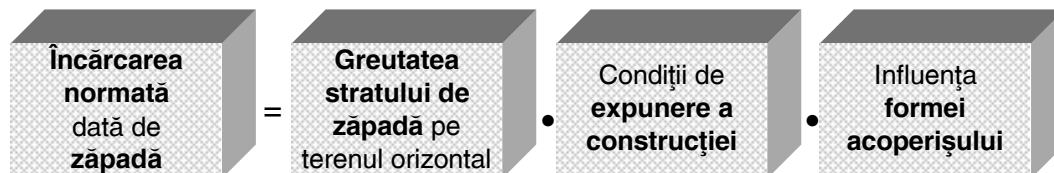
g_z - greutatea stratului de zăpadă;

c_e - coeficient influențat de condițiile de expunere a clădirii;

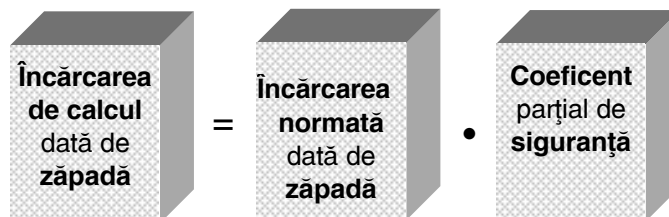
c_{zi} - marchează aglomerarea cu zăpadă.

Încărcarea dată de zăpadă

I.



II.



III.

A $g_z = 0,9 \text{ kN/m}^2$

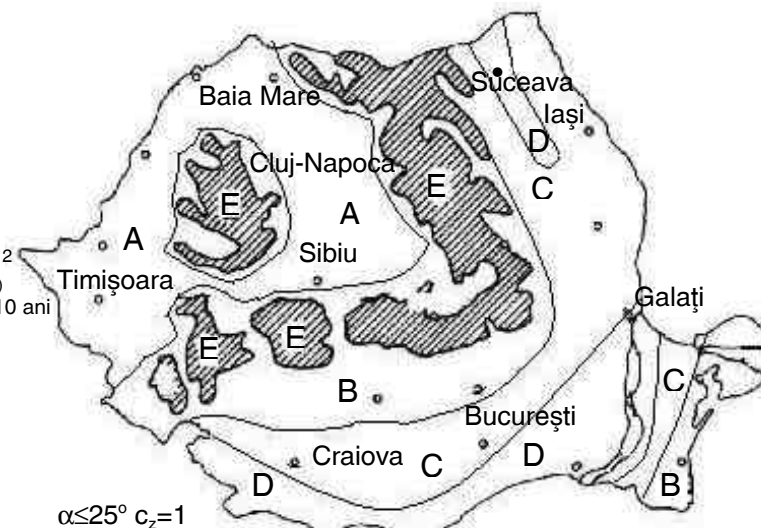
B $g_z = 1,2 \text{ kN/m}^2$

C $g_z = 1,5 \text{ kN/m}^2$

D $g_z = 1,8 \text{ kN/m}^2$

E $g_z = 1,5 - 7,2 \text{ kN/m}^2$
(altitudine 700 - 2500 m)

La perioada de revenire de 10 ani



IV.

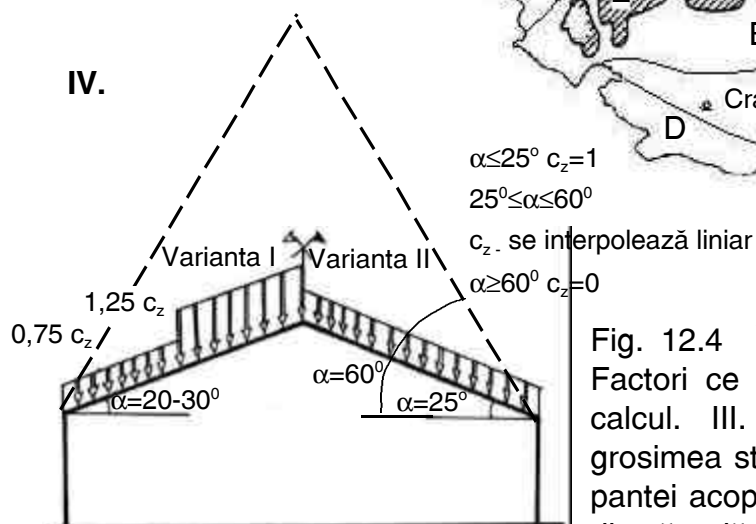


Fig. 12.4 Încărcarea dată de zăpadă. I. Factori ce influențează. II. Încărcarea de calcul. III. Zonificarea țării funcție de grosimea stratului de zăpadă. IV. Influența pantei acoperișului asupra valorii încărcării din zăpadă.

Greutatea stratului de zăpadă, în proiecție orizontală, se obține prin înmulțirea valorii grosimii maxime a stratului de zăpadă cu greutatea specifică medie pe adâncimea zăpezii.

Greutatea stratului de zăpadă se determină prin calcule statistice asupra observațiilor meteorologice a grosimii stratului de zăpadă.

Grosimea stratului de zăpadă, ca valoare maximă anuală, este determinată cu probabilitatea de a fi depășită pe o perioadă de revenire de 10, 20, 50 de ani.

Menționăm că la noi în țară o iarnă excepțională a fost în anul 1954, când grosimea medie a stratului de zăpadă a variat între 109 - 173 cm, iar în anumite locuri datorită aglomerărilor s-a ajuns la înălțimi de 400 - 600 cm.

Cealaltă componentă, care intră în valoarea greutateii stratului de zăpadă, este greutatea specifică medie. Acest parametru este dificil de determinat datorită faptului că zăpada proaspătă se depune peste stratul așezat anterior, eventual întărit sau umezit.

Greutatea specifică este deci funcție de grosimea și îndesarea stratului de zăpadă.

Greutatea stratului de zăpadă (g_z) este indicată, prin zonare, pe harta din fig.12.4.III.

Aglomerarea de zăpadă este indicată în standarde pentru formele uzuale de acoperișuri. Zăpada se depune pe suprafețele înclinate până la 60° ale acoperișurilor, iar peste 60° stratul de zăpadă va aluneca (fig.12.4.IV).

Datorită faptului că viscolul, care produce aglomerarea cu zăpadă este un fenomen complex, practic este greu să se prevadă toate cazurile posibile de aglomerare cu zăpadă.

Modelarea aglomerărilor cu zăpadă se poate realiza în tunelurile aerodinamice, folosind materiale cu proprietăți asemănătoare zăpezii (rumegușul, pilitura din lemn de brad).

Forma și mărimea aglomerărilor cu zăpadă au o importanță mare asupra determinării rezistenței și stabilității acoperișurilor cu forme deosebite.

Condițiile de expunere la zăpadă sunt influențate de gradul de adăpostire al clădirii (de exemplu, clădirea înconjurată și adăpostită de copaci), de frecvența și intensitatea vântului, de gradul de izolare al clădirii și de obstacolele de pe acoperiș (captatoare solare).

Expunerea la zăpadă poate fi determinată și de obstacolele de pe acoperișul clădirilor, ce stau în calea curentului de aer, care modifică spulberarea zăpezii: coșuri de fum, luminatoare.

12.5. ÎNCĂRCĂRI DATE DE VÂNT

Acțiunea vântului asupra clădirilor va participa la calculele de dimensionare a structurilor de rezistență ale clădirilor. În funcție de sensibilitatea la acțiunea vântului, construcțiile se împart în trei categorii : C_1 , C_2 și C_3 .

Încărcările din vânt au un caracter dinamic, care se neglijează la clădirile obișnuite (excepție făcând construcțiile zvelte), considerându-se aplicate static

(C₁). Această aproximare este justificată prin faptul că aceste clădiri, prin resursele interioare, se adaptează la solicitarea dinamică.

La clădirile foarte înalte zvelte - încărcarea din vânt este o acțiune fundamentală. În acest caz este bine să se realizeze analize statistice ale variației aleatoare a vitezei vântului.

Acțiunea dinamică sau statică a vântului pe clădiri depinde în egală măsură de caracteristicile vântului și ale structurii de rezistență a clădirii.

Direcția vântului. Vântul se va considera că acționează din orice direcție în raport cu clădirea.

În calcule, vântul acționează ca o forță orizontală, iar direcția lui coincide cu cea a axelor principale de inerție. Direcția este perpendiculară pe suprafața acționată de vânt. În cazul în care clădirea are axe de simetrie, acestea vor fi referințele direcției de acțiune a vântului. În situația particulară a stâlpilor prismatici din zăbrele, direcția vântului se consideră orientată și după diagonală.

Viteza vântului. Caracteristică a circulației atmosferei, viteza vântului se produce datorită diferențelor de presiune dintre două regiuni ale Terrei. Clădirile din calea vântului vor transforma energia cinetică de mișcare în energie potențială de presiune.

Viteza vântului se înregistrează cu anemometre în zone fără obstacole, în afara orașelor sau pe clădiri înalte. Intervalul de timp pentru medierea

vitezei vântului, care influențează valorile obținute, este diferit în prescripțiile diverselor țări. Intervalul de mediere corect trebuie să fie cuprins între 10-20 minute.

Analizând variația în timp a vitezei vântului, se constată că e compusă din doi termeni: viteza medie, componenta constantă, de joasă frecvență și viteza rafalelor componentă variabilă de înaltă frecvență.

Presiunea dinamică a vântului. Valorile presiunilor dinamice ale vântului, la 10 m deasupra terenului plat, sunt proporționale cu pătratul vitezelor (fig. 12.5.II):

$$g_v = \frac{\rho \cdot v_{2m}^2}{2} = \frac{v_{2m}^2}{1630} (\text{kN/m}^2) \quad (12.2)$$

în care:

Δ - densitatea aerului ($1,225 \cdot 10^{-3} \text{ t/m}^3$)

v_{2m} viteza mediată pe 2 minute (cu perioadă de revenire de 10 ani) - m/s;

Vitezele medii ale vântului vor determina presiunile dinamice - pentru structurile clădirilor cu răspuns static, iar vitezele rafalelor vor implica luarea în considerație a presiunii dinamice pentru structurile cu răspuns dinamic la vânt.

Presiunea dinamică a vântului variază continuu pe verticală (fig.12.5.III). În proiectare se vor folosi diagrame simplificate, în trepte sau liniare. Valorile presiunii dinamice de bază, la noi în țară ca și în alte țări, sunt date funcție de o zonare regională (fig.12.5.II). În standardul românesc, presiunea

Încărcarea dată de vânt

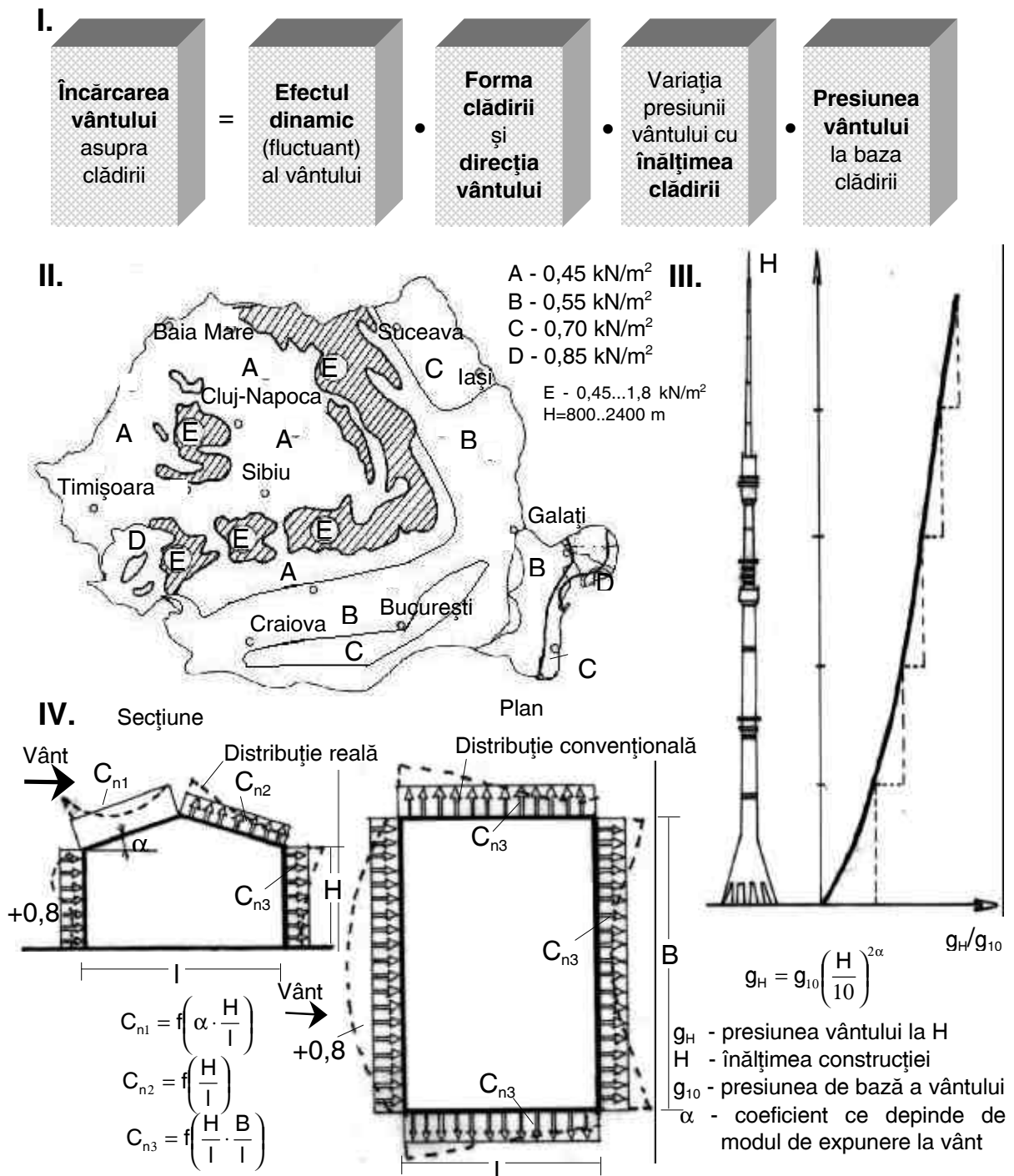


Fig. 12.5 Încărcări date de vânt. I. Factorii care determină încărcarea din vânt. II. Zonarea presiunii de bază a vântului. III. Variația presiunii vântului cu înălțimea. IV. Influența direcției vântului și formei clădirii

dinamică a vântului este indicată din 10 în 10 m până la 150 m și din 50 în 50 m până la 350 m.

Presiunea vântului pe clădiri cu răspuns static. Acțiunea vântului pe clădiri cu răspuns static se manifestă sub formă de presiune, pe suprafețele expuse direct și prin suucțiune pe suprafețele ferite, dar antrenate de vânt. Presiunea vântului pe clădiri cu răspuns static (C_1) poate fi exprimată printr-o ecuație de tipul:

$$P_v = f(v) \cdot f(A) \cdot f(F) \quad (12.3)$$

În care viteza (v), aria expusă (A) și forma clădirilor (F) sunt considerate ca variabile independente. În această relație, $f(v)$ reprezintă simbolic presiunea dinamică a vântului $p_v = f(v^2)$, $f(A)$ - suprafața expusă a clădirii, iar $f(F)$ - coeficienții aerodinamici (c_n, c_h, c_f, c_t). În calculul valorilor normate ale presiunii vântului se vor lua în considerație următoarele componente:

- componenta normală a presiunii vântului pe suprafața expusă (sarcina distribuită), fig.12.5.I.

$$p_n^n = \beta \cdot c_{ni} \cdot c_{h(z)} \cdot g_v \quad (\text{kN/m}^2) \quad (12.4)$$

în care:

β - coeficient de rafală;

c_{ni} coeficient aerodinamic pe suprafața i

$c_{h(z)}$ coeficient de variație a presiunii dinamice de bază (în raport cu terenul) la înălțimea z ;

g_v presiunea dinamică de bază (până la înălțimea de 10 m), fig. 12.5.II;

- componenta tangențială de frecare, a presiunii vântului pe suprafața expusă (sarcină distribuită), se determină cu relația:

$$p_f^n = \beta \cdot c_f \cdot c_{h(\text{med})} \cdot g_v \quad (\text{kN/m}^2) \quad (12.5)$$

în care:

c_f coeficient de frecare ($c_f = 0,025$);

$c_{h(\text{med})}$ coeficient de variație a presiunii dinamice de bază în raport cu înălțimea medie deasupra terenului.

Aceste componente au în general valori mici și se neglijează în afară de cazul construcțiilor ușoare, cu suprafețe mari, unde această componentă poate conduce la smulgerea învelitorii.

- rezultanta încărcărilor din vânt (sarcina concentrată). Se determină pe ansamblul elementelor de construcții. Valoarea rezultantei încărcării se determină cu relația:

$$P_t^n = \beta \cdot c_t \cdot c_{h(\text{med})} \cdot g_v \cdot A_t \quad (\text{kN/m}^2) \quad (12.6)$$

în care:

A_t - aria totală expusă acțiunii vântului;

c_t coeficientul aerodinamic al rezultantei presiunii vântului.

Coeficienții aerodinamici. Dispersia valorilor coeficienților aerodinamici este cauzată de faptul că valorile din standarde nu iau în considerație explicit rapoartele dimensiunilor clădirii, iar metodele de modelare diferă în diverse țări (modul de apreciere a mediilor acestor coeficienți pe suprafață).

Acești coeficienți depind de forma clădirii și de poziția ei față de curentul de aer (fig.12.5.IV).

La clădirile cu răspuns static C_1 , cu forme dreptunghiulare sau pătrate în plan, cu pereți verticali impermeabili la trecerea vântului, coeficienții aerodinamici sunt funcție de rapoartele dimensiunilor clădirilor (h/l , b/l , f/l), de pantele acoperișurilor (0 , $*$) (fig.12.5.IV). În standarde se dau valorile coeficienților aerodinamici și pentru alte forme de acoperiș, cu o singură sau mai multe deschideri.

În cazul construcțiilor deschise sau cu pereți penetrabili (clădiri cu deschideri mari, hangare), în funcție de procentajul de goluri la valorile coeficienților aerodinamici exteriori, se adaugă și cei interiori.

Coeficientul aerodinamic al rezultantei acțiunii vântului (c_r), pentru grinzi sau turnuri cu zăbrele, se determină funcție de raportul între aria zăbrelelor (S_i) și aria dată de conturul elementului cu zăbrele (S) -coeficient de umplere ($\sum S_i / S$).

La turnurile cilindrice sau prismatice, coeficienții aerodinamici de antrenare sunt funcție de rugozitatea feței exterioare (netedă sau cu nervuri), de zveltețe (raportul între înălțimea turnurilor din beton armat, metal sau lemn și dimensiunile acestora în plan) și de numărul Reynolds.

În zonele clădirii care reprezintă discontinuități față de forma construcției în ansamblu (muchii, parapetele

balcoanelor, cornișe, aticuri, vârfurile coșurilor, luminatoare), coeficienții aerodinamici se vor majora datorită efectelor locale ale vântului.

Presiunea vântului pe clădiri cu răspuns dinamic. Concepția și calculul clădirilor înalte sunt influențate esențial de acțiunea încărcărilor din vânt.

Construcțiile sensibile la acțiunea vântului sunt: stâlpii liniilor electrice aeriene, turnurile, coșurile de fum ($T > 0,25s$), clădiri înalte ce depășesc 40m sau $T > 1s$ (construcții - C_2); turnuri de televiziune, antene și coșuri de fum peste 150m (C_3).

Efectele dinamice depind de caracteristicile mecanice și aerodinamice ale clădirilor înalte. Aceste efecte dinamice se manifestă sub formă de oscilații forțate sau autoexcitante ale clădirilor înalte. Oscilațiile forțate se produc sub acțiunea rafalelor de vânt. Oscilațiile autoexcitante au loc la clădiri cu secțiuni instabile aerodinamic (de formă pătrată, dreptunghiulară).

Rafalele vântului vor acționa asupra clădirilor cu forțe neregulate, repetate și variabile ca durată.

Efectele dinamice, datorită acestei creșteri bruște, influențată de sporirea vitezei, a forței vântului, sunt introduse în calculul structurilor printr-o serie de coeficienți dinamici.

Unul dintre acești coeficienți este $\exists$ (are valoarea 1,6 pentru construcțiile puțin sensibile la vânt C_1), care depinde de caracteristicile dinamice ale

structurii și proprietățile turbulenței vântului (C_2):

$$\beta = 1 + \mu(z) \cdot \beta_0(\epsilon) \quad (12.7)$$

în care:

$\mu(z)$ - factor de turbulență ce este funcție de înălțimea de deasupra terenului (z) și de tipul de amplasament (deschis câmpii, silvostepe în orașe; în centrul orașelor cu densitate mare construită - clădiri peste 30 m);

$\beta_0(\gamma)$ - coeficient de amplificare a efectului fluctuațiilor ce este funcție de perioada proprie fundamentală de oscilație a structurii (T) de viteza de calcul a vântului mediată pe 2 minute ($v_0^{(2\text{min})}$), de un coeficient de siguranță la acțiunea vântului ((ϵ)) și de fracțiunea din amortizare critică, care este funcție de natura materialului beton armat, zidărie, oțel. (η_0);

Efectul de rezonanță, la clădirile înalte sub formă de turnuri, poate apărea când perioada proprie de vibrație a clădirii și perioada vârtejurilor vântului sunt apropiate.

Perioada proprie a vârtejurilor este funcție de lățimea sau diametrul construcției înalte, de numărul lui Strouhal (care depinde de rugozitatea suprafeței, forma și vâscozitatea clădirii) și viteza vântului.

Verificarea la rezonanță se face cu relația:

$$\frac{v_0}{2} \leq v_{cr,r} = \frac{d}{T_r \cdot S_h} \leq 25 \text{ m/s} \quad (12.8)$$

în care:

v_0 - viteza de calcul a vântului (m/s), ce este, în funcție de viteza mediată pe

2 minute, multiplicată cu coeficientul de siguranță ((ϵ) ;

$v_{cr,r}$ - viteza critică a vântului corespunzătoare modului propriu r de vibrație (m/s);

d - lățimea sau diametrul clădirii înalte;

T_r - perioada proprie de ordinul r a construcției;

S_h - numărul lui Strouhal.

Fenomenul de rezonanță apare la viteze scăzute ale vântului $V_{cr} < 25 \text{ m/s}$.

Deplasarea totală orizontală a clădirilor înalte, datorită vântului, are în componența sa și deplasările laterale fluctuante datorită rafalelor de vânt. Deplasările orizontale depind de rigiditatea laterală a clădirii.

Deplasările laterale datorită rafalelor, la care se adaugă și accelerația mișcării pot afecta confortul locatarilor.

Acestea pot produce efecte nefavorabile în transmiterea sarcinilor gravitaționale sau degradarea pereților despărțitori, a ferestrelor. Datorită acestui fapt, deplasarea maximă la vârful clădirilor - de exemplu structuri cu cadre (sau diafragme) - este de 0,02 H, în care: H - înălțimea totală a structurii (iar deplasarea relativă de nivel este mai mică de 3,8 mm).

12.6. ÎNCĂRCĂRI DATE DE TEMPERATURA EXTERIOARĂ

Variațiile de temperatură ce acționează asupra clădirilor, se datoresc modificărilor climatice ce se petrec sezonier sau zilnic. Ele se manifestă: la exterior, între interior și exterior; între

diferitele părți ale aceluiași element de construcții.

Variațiile de temperatură între interior și exterior se manifestă în afara modificărilor climatice (de exemplu, vara între fața însorită a unui zid de sprijin și fața lui opusă) și datorită regimului termic al unor utilaje.

Consecințele variațiilor de temperatură asupra clădirilor se manifestă prin: dilatarea pereților longitudinali (ce produce fisuri verticale), dilatarea structurii (fisuri între structura și zidăria de umplutură sau chiar fisuri în structură) și dilatarea acoperișurilor tip terasă, din beton armat (fisuri orizontale între acoperiș și pereții din zidărie sau/și fisuri înclinate în zidărie la colțul clădirii).

În vederea evitării sau micșorării efectelor variațiilor de temperatură se vor considera următoarele **măsuri constructive**: legături elastice între diferite elemente structurale; rosturi de dilatare; izolații termice, protecții reflectorizante; dimensionarea elementelor de construcții pentru preluarea efectelor variațiilor de temperatură. Aceste măsuri se vor lua în considerare, pentru evitarea efectelor din variații de temperatură, la concepția elementelor structurale ale clădirii. În consecință se limitează intervalul de variație a temperaturii.

Determinarea încărcării de calcul din variații de temperatură se realizează cu relația:

$$\Delta T^c = n \cdot \Delta T^n \quad (12.9)$$

în care:

n - coeficientul de încărcare;

ΔT^n - variația de temperatură normală, ce se determină cu relația:

$$\Delta T_{\pm}^n = T_{\pm}^n - T_{\pm}^0 \quad (12.10)$$

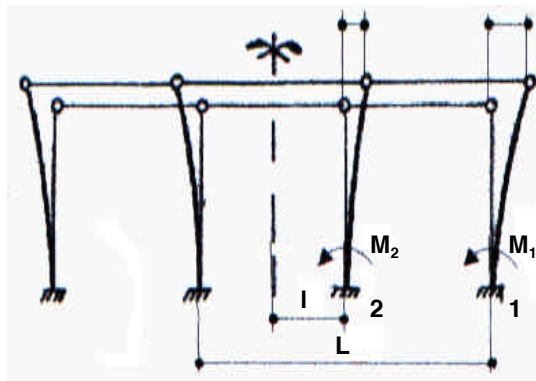
în care:

$T_{\pm}^n$ - temperatura normală a aerului exterior în lunile de vară (iarnă) ;

$T_{\pm}^0$ - temperatura inițială, corespunzătoare perioadei încheierii construcției în sezonul cald sau rece.

Încărcări date de temperatura exterioară

I. Schemă de deformare



II. Diagramă de momente

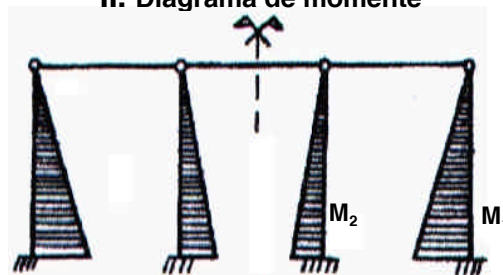


Fig.12.6. Încărcări date de temperatura exterioară. I. Schemă de deformare. II. Diagramă de momente

Variația de temperatură normală se limitează la $\pm 40^{\circ} \text{C}$, pentru construcții metalice neînglobate în beton armat și

$\pm 30^{\circ}\text{C}$, pentru construcții de zidărie și de beton armat. De exemplu la cadru din fig. 12.6.I, II, deformația impusă, din alungirea riglei datorită variației de temperatură este dată de relația:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T^{\circ} \cdot L \quad (12.11)$$

în care :

* - coeficient de dilatare funcție de material;

ΔT° - intervalul variației de temperatură de calcul;

L - distanța de la marginea elementului care se dilată până la punctul neutru al sistemului unde se cumulează deformațiile axiale ale riglei.

Alungirea riglei cadrului (deformația impusă) datorită variației de temperatură va fi împiedicată de stâlpul cadrului. În acest element structural apar eforturi suplimentare preluate de o dimensionare corespunzătoare.

12.7. ÎNCĂRCĂRI SEISMICE

Cutremurele de pământ sunt fenomene fizice complexe caracterizate printr-o mișcare bruscă și dezordonată a scoarței terestre. Aceste fenomene sunt provocate de eliberări masive de energie, care se produc în adâncime.

Cauzele care pot provoca cutremurele sunt: activitatea vulcanică, prăbușiri ale structurilor de adâncime, explozii naturale sau artificiale și mișcări tectonice (fig. 12.7). Cutremurele tectonice sunt cele mai frecvent întâlnite și au efectele de distrugere cele mai mari.

Originea cutremurelor tectonice se explică prin teoria tectonicii plăcilor și a

derivei continentelor. Scoarța pământului este alcătuită dintr-un număr de plăci rigide, în mișcare continuă. La separația dintre aceste plăci - falii - se acumulează lent o tendință de lunecare. Șocul seismic se produce (după atingerea capacității limită de acumulare a deformațiilor elastice) datorită unor lunecări bruște în lungul faliilor, prin învingerea unor praguri de rezistență la forfecare a rocilor. Această transformare bruscă în energie cinetică, prin eliberarea energiei potențiale de deformație (ce s-a acumulat în timp), conduce la o separare prin ruperea rocilor a celor două zone ale scoarței, printr-o falie - suprafață de ruptură. Conturul zonei de lunecare a plăcilor poartă numele de focar sau hypocentru, iar punctul pe verticala focarului de la suprafața terenului, se numește epicentru. Mișcarea bruscă (energie cinetică) se transmite prin unde seismice.

Undele seismice se propagă prin globul terestru (fig 12.5.III), considerat ca un corp elastic prin:

- unde longitudinale (primare - P), ce se transmit prin mișcări de contracție și dilatație a mediului; un punct va descrie o mișcare oscilatorie pe direcția radială față de focar;
- unde transversale (secundare - S) la care mișcarea se transmite prin forfecări ale mediului; un punct va descrie o mișcare oscilatorie pe o direcție perpendiculară față de direcția de propagare.

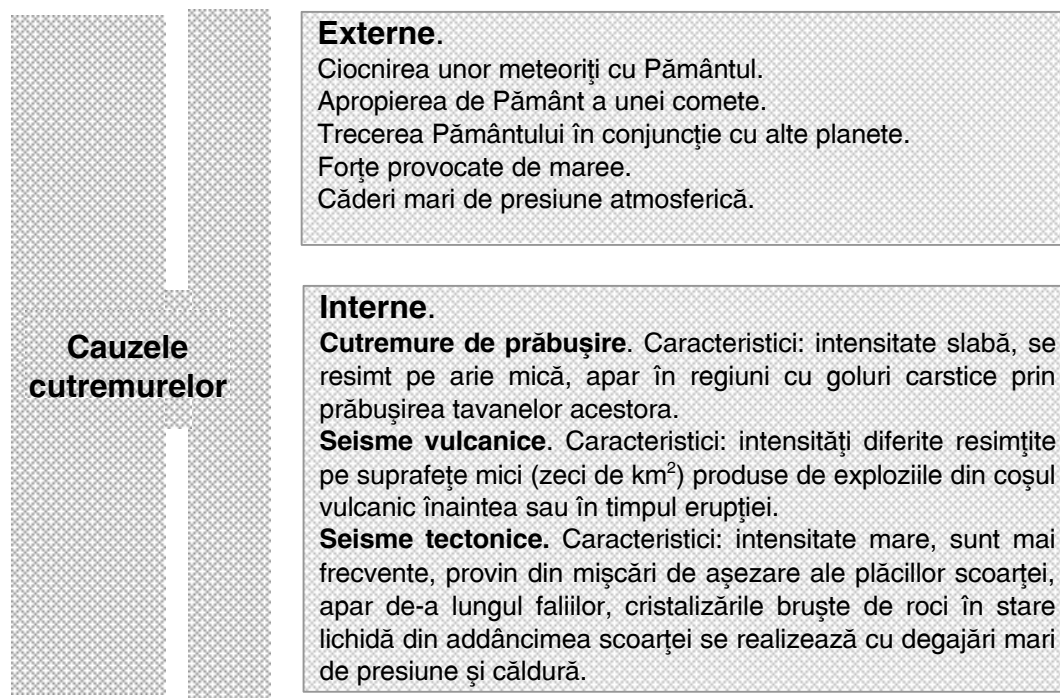


Fig.12. Schema cauzelor ce determină cutremurele

Undele longitudinale se deplasează mai repede decât cele transversale.

După trecerea prin straturile Terrei, cu caracteristici diferite, undele de dilatare suferă multiple reflexii și refracții, iar la suprafața pământului iau naștere undele superficiale (unde lungi). Aceste unde au viteze mai mari în terenurile tari, compacte.

Caracteristicile mișcării terenului în timpul cutremurului pot fi măsurate cu seismometre și accelerografe. Aceste aparate sunt, în principiu, penduli cu o anumită perioadă de vibrație proprie și anumite caracteristici de amortizare. Aparatele sunt prevăzute cu dispozitive de înregistrare a componentelor

mișcării seismice după cele trei direcții perpendiculare.

Cutremure moldavice. Cutremurele violente ce au bătut țara noastră își au originea în sudul Moldovei, în zona Vrancei (fig.12.8.II).

Se menționează că cele mai puternice cutremure au avut loc în anul 1471 (a fost avariată Mănăstirea Neamț), în 1620, în 1738, (a fost distrus Turnul de la Curtea Domnească din București), în 1802 ("Cutremurul cel mare") a provocat prăbușirea Turnului Colței - cea mai înaltă clădire a Bucureștiului din acea perioadă, în 1940 (prăbușirea blocului Carlton din București - construcție pe schelet de

beton armat cu 14 niveluri) și din 1977 (unde în București s-au prăbușit blocurile Scala, Belvedere, Casata, Nestor și altele).

Focarul seismic din Vrancea este amplasat la exteriorul curburii munților Carpați, între paralelele de 45° și 46° , iar în adâncime este situat între 100 și 200 km. Hipocentrul din Vrancea se află într-o mișcare lentă, continuă, determinată de tendințele plăcilor tectonice. Orice discontinuitate a acestei mișcări dă naștere la seism.

Cutremurul din 1977 a fost alcătuit dintr-un preșoc ($M=5$) și trei șocuri ($M=6,5$); ($M=6,5$); ($M=7,2$), la adâncime cuprinsă între 80 - 110 km (fig.12.8.IV).

Scări de intensitate seismică. Criteriile cantitative și calitative a șocului seismic sunt materializate în scările de intensitate seismică. Ele au la bază efectul pe care cutremurul îl produce asupra oamenilor, clădirilor, fiind înregistrat de seismometre și accelerografe.

Scările de intensitate seismică ne dau gradul de intensitate al cutremurului.

Scala Mercalli modificată (MM) clasifică efectele seismului în 12 grade de intensitate. Pentru fiecare grad de intensitate seismică are descrisă comportarea oamenilor și animalelor, deplasările scoarței și efectele asupra clădirilor. Încadrarea cutremurului într-o grupă de intensitate seismică are un caracter subiectiv.

Scala magnitudinii Richter. Magnitudinea (M) unui cutremur se definește prin relația:

$$M = \log A - \log A_0 \quad (12.12)$$

în care:

A - amplitudinea maximă înregistrată pe seismograful Wood - Anderson, amplasat la 100 km de epicentru;

A_0 - amplitudinea de referință (1/1000 mm).

Magnitudinea (M) poate fi corelată cu cantitatea de energie eliberată de seism, printr-o relație empirică ($\log E = 11,8 + 1,5M$).

Se observă că o creștere a magnitudinii cu o unitate conduce la o mărire a energiei cu 32. Cutremurele cu magnitudinea $M < 5$ nu produc avarii în structura de rezistență, producând însă avarii în celelalte elemente ale construcției.

Magnitudinea (M) - măsură a energiei seismice dezvoltate în focar fără a lua în considerație distanța față de epicentru - nu este suficientă pentru a indica efectele seismului asupra clădirilor.

Determinarea forțelor seismice.

Cutremurele tectonice se transmit prin scoarța terestră sub formă de unde seismice, care vor impune mișcarea fundațiilor clădirilor. Acestei mișcări i se va opune inerția proprie masei clădirilor, generând forțele seismice (forțe de inerție).

Forțele seismice au un caracter dinamic a căror intensitate variază rapid în timp, fiind de natură aleatorie.

Estimările asupra caracteristicilor cutremurilor sunt rezultatul unor observații cu un grad înalt de incertitudine.

La concepția structurilor de rezistență a clădirilor, fenomenul seismic se va schematiza, considerându-se forțele seismice ca forțe statice.

Acțiunile seismice se vor determina pe baza teoriei vibrațiilor liniare și parțial a celor neliniare.

În proiectarea clădirilor în zone seismice, se vor considera numai componentele orizontale ale forțelor de inerție ce acționează după axele principale ale structurii (după direcțiile ortogonale).

În unele cazuri (planșee - dală, elemente cu forțe axiale mari) apare necesară verificarea structurilor de rezistență la componentele verticale, în special în apropierea epicentrului. Valorile acțiunilor seismice vor depinde de caracteristicile mișcării seismice (intensitate, magnitudine) și de proprietățile dinamice ale clădirilor (perioada și formele proprii de vibrații, amortizarea sistemului).

Structurile de rezistență admit un model dinamic simplificat, reprezentat de exemplu, pentru cadre etajate, printr-o consolă cu mase concentrate în dreptul planșeelor (fig.12.10.I).

Forța tăietoare de bază, ce reprezintă rezultanta încărcărilor seismice corespunzătoare direcției de mișcare considerate pentru modul propriu de vibrație al structurii (r), este proporțională cu rezultanta încărcărilor

gravitaționale a întregii clădiri (G), fig.12.9.I.

Sarcina seismică ce acționează asupra clădirii are expresia:

$$S_r = c_r \cdot G \quad (12.13)$$

în care:

$$c_r = \alpha \cdot k_s \cdot \beta_r \cdot \psi \cdot \varepsilon \quad (12.14)$$

c_r - coeficient seismic global la modul de vibrații r (spectrul de răspuns al structurii), fig. 12.9.II ;

α - coeficient de importanță a clădirii;

k_s - coeficient funcție de zona seismică;

β_r - coeficient de amplificare dinamică în modul de vibrații (r), influențat de compoziția spectrală a cutremurului pe amplasament - fig.12.9.III;

ψ - coeficient de micșorare a acțiunii seismice, influențat de ductilitatea structurii, de capacitatea de redistribuție a eforturilor, de rezerva de rezistență neconsiderată în calcul și efectele de amortizare a vibrațiilor suplimentare, altele decât cele ale structurii de rezistență;

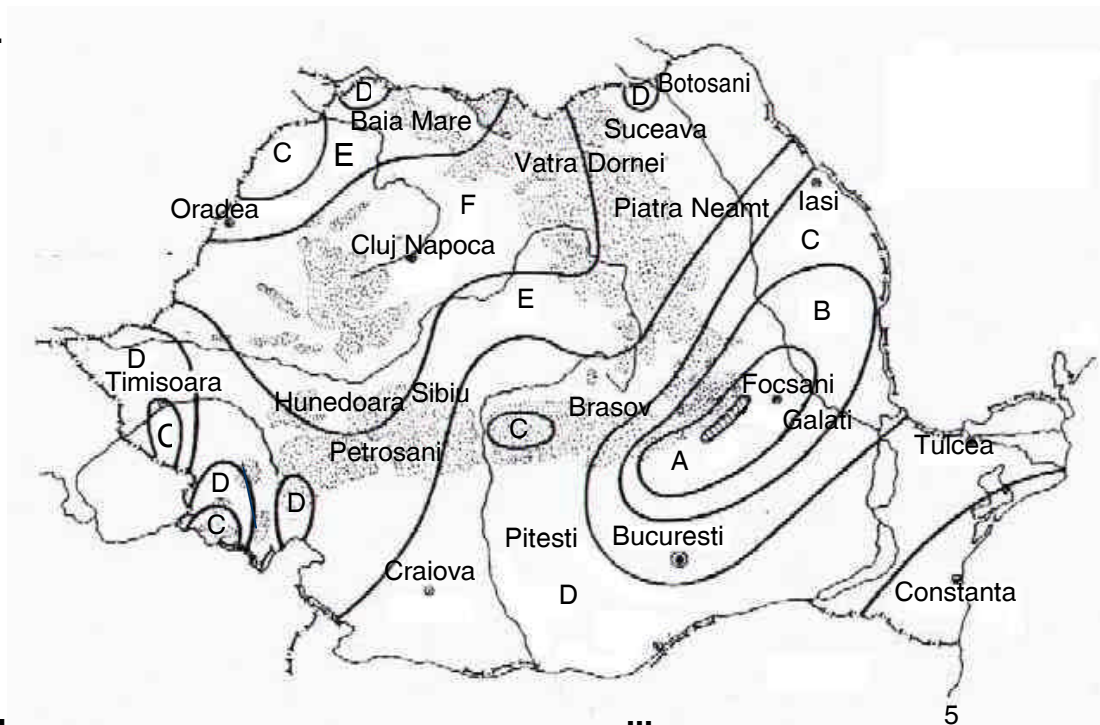
ε_r - coeficientul de echivalență între sistemul real și un sistem cu un grad de libertate pentru modul propriu de vibrații (r).

Coeficientul de intensitate seismică (k_s) caracterizează intensitatea cutremurului la baza clădirii în amplasamentul dat.

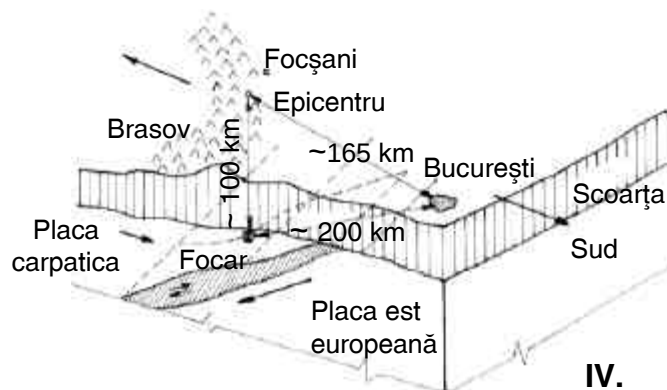
Unda seismică, care se propagă de la epicentru, va impune o mișcare clădirilor cărora se opune inerția acestora (clădirile nu pot urmări

Ațiuni seismice

I.



II.



IV.



III.

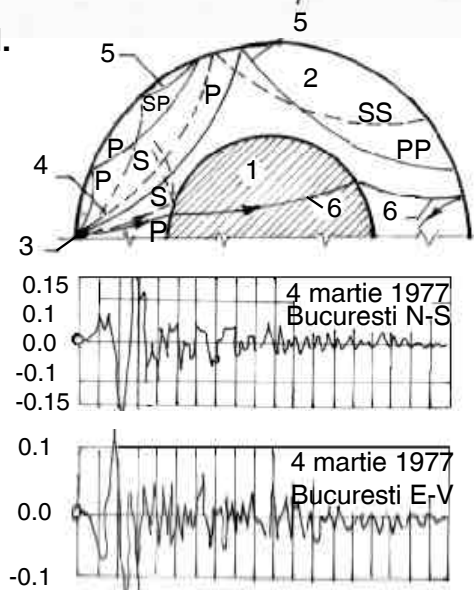


Fig. 12.8. I. Zonarea seismică a României. II. Schema mecanismului de producere a cutremurului din Vrancea 1977. II. Reflexia și refracția undelor seismice. 1- Miezul Pământului; 2- Manta; 3- Focar; 4 - Propagarea undelor; 5- Unde reflectate; 6- Unde refractate. III. Accelereograme ale cutremurului din Vrancea 1977. Componente N-S; E-V; verticală

mișcarea terenului și încep să vibreze). Aceasta va genera forțe de inerție, deci forțe seismice.

Pornind de la legea lui Newton

$$S = m \cdot a = \frac{G}{g} \cdot a = G \cdot k_s \quad (12.15)$$

în care:

m masa clădirii;

a accelerația maximă a mișcării terenului în timpul cutremurului;

G greutatea totală a clădirii;

g accelerația gravitațională;

Coeficientul k_s este raportul între accelerația mișcării seismice a terenului din zona seismică de calcul și accelerația gravitațională. Acest coeficient variază în cele șase zone ale țării noastre (notate de la A, cu $k_s=0,32$, la F cu $k_s=0,08$), fig.12.8.I. Coeficientul k_s este dependent de caracteristicile seismice ale zonei, având aceeași valoare pentru clădirile din zona respectivă.

Coeficientul α va lua în considerare protecția antiseismică a clădirilor, funcție de clasa de importanță.

Criteriile după care se gradează importanța clădirilor sunt: asigurarea măsurilor de funcționare neîntreruptă la cutremur, protecția vieților omenești, a valorilor economice sau/si artistice deosebite și asigurarea împotriva degajării de substanțe toxice și a incendiilor.

Clădirile sunt împărțite din acest punct de vedere în patru clase de importanță.

Prima clasă (I) cuprinde clădirile a

căror funcționare nu trebuie să se întrerupă în timpul cutremurului și imediat după încetarea acestuia (spitale de urgență, stații de pompieri, clădiri administrative în care se iau decizii privind organizarea măsurilor de urgență de după cutremur, clădiri de dirijare a comunicațiilor naționale și județene, construcții din sistemul energetic național, muzee de importanță națională).

Clasa a II-a cuprinde clădiri cu aglomerații mari de persoane (spitale, săli de spectacole, de sport, biserici, centre comerciale importante, clădiri industriale cu echipamente de mare importanță economică, clădiri ce adăpostesc valori artistice, istorice sau științifice deosebite și depozite de produse de strictă necesitate pentru aprovizionarea de urgență a populației).

Clasa a III-a cuprinde restul clădirilor, de importanță normală.

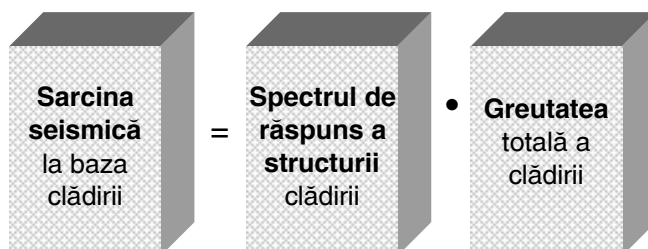
Clasa a IV-a va cuprinde clădiri de importanță redusă (clădiri de locuit, parter sau parter și etaj, construcții zootehnice).

Coeficientul de amplificare dinamică β_r este influențat de perioadele oscilațiilor proprii T_r ale clădirilor și de condițiile seismice ale zonei de amplasament, caracterizate prin perioadele de colț T_c - fig. 12.9.III.

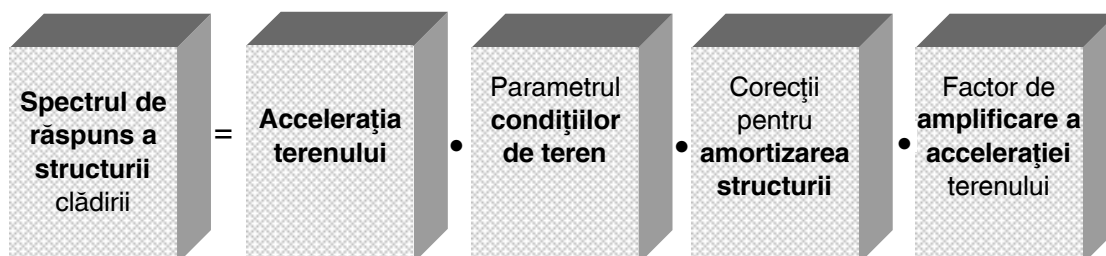
Deci acest coeficient depinde de raportul între perioada fundamentală a vibrațiilor proprii ale clădirii și perioada de vibrație a terenului în momentul amplitudinii maxime a cutremurului.

Acțiunea seismică

I.



II.



III.

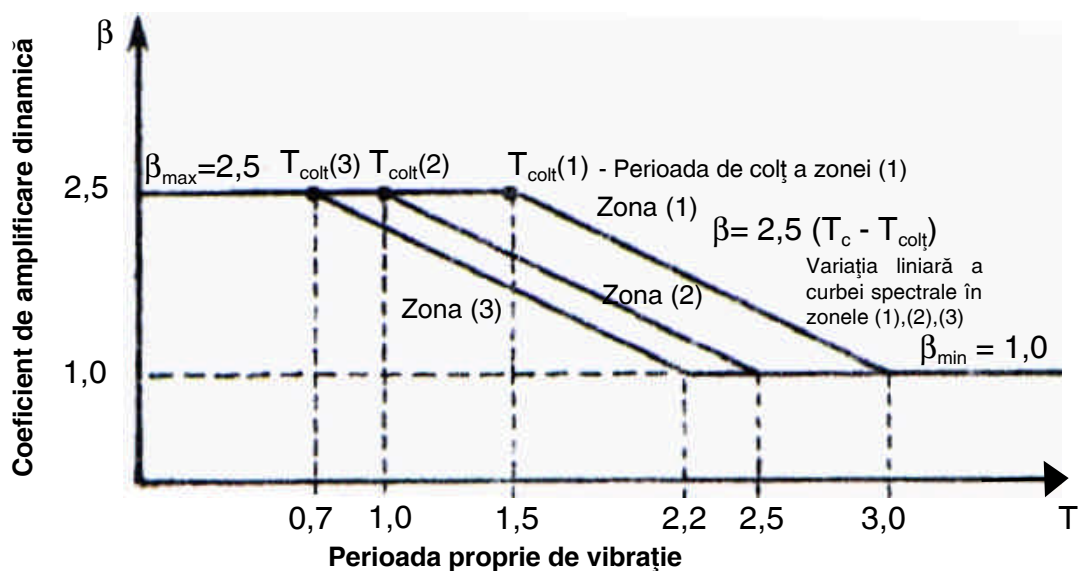
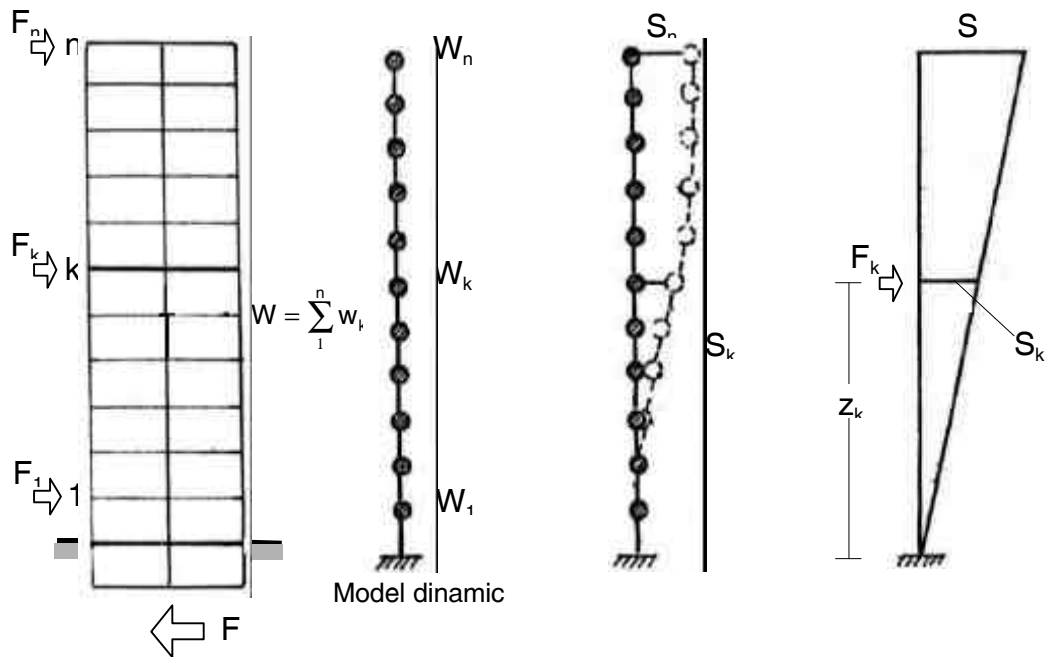


Fig.12.9. Acțiunea seismică. I. Determinarea sarcinii seismice, de la baza clădirii. II. Factorii care influențează mișcarea seismică - spectrul de răspuns al structurii. III. Variația coeficientului de amplificare dinamică funcție de perioada proprie de vibrație

Acțiunea seismică

I.



II.

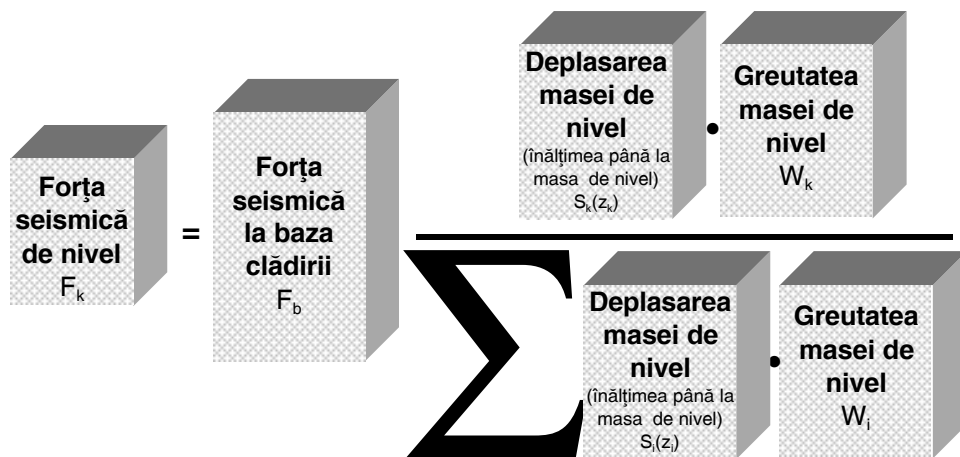


Fig. 12.10. Acțiunea seismică. I. Defalcarea forței seismice totale pe nivele. Modelul dinamic. Deformata reală și simplificată în modul 1 de vibrații. II. Relația forței seismice de nivel.

Coeficientul β_r va avea o valoare mare (amplificarea dinamică este mai pronunțată) când aceste două perioade au valori mai apropiate.

Reprezentarea grafică a relației între valorile perioadei proprii fundamentale de vibrație a clădirii (T_c) și valorile coeficientului de amplificare dinamică β_r este spectrul de răspuns sau curba spectrală. Curba spectrală poate fi determinată prin prelucrarea accelerogramelor unor cutremure caracteristice. Aceste curbe spectrale servesc la determinarea valorilor lui β_r funcție de T_c .

Graficul variația lui β_r funcție de T_c este compus din trei părți: palierul $\beta_{\max}$, zona intermediară, sub forma curbei $\beta = f(T_c)$, hiperbolică sau chiar liniară și palierul $\beta_{\min}$. În cazul țării noastre zona intermediară s-a adoptat sub formă liniară iar $\beta_{\max} = 2,5$ și $\beta_{\min} = 0,75$. Forma curbelor spectrale a fost modificată după regiuni, introducându-se trei forme de curbe spectrale ($T_c = 1,5$ s, $T_c = 1,0$ s și $T_c = 0,7$ s). Perioada de colț (T_{colt}) corespunde punctului de frângere a graficului $\beta = f(T_c)$. Pe porțiunea înclinată, liniară, dintre $\beta_{\max}$ și $\beta_{\min}$, această funcție are valori diferite pentru cele trei zone ale țării noastre, fig. 12.9.III

Coeficientul de reducere a forței seismice (ψ) este influențat de deformațiile post-elastice și alte efecte favorabile, cum sunt: ductilitatea structurii, capacitatea de redistribuție a eforturilor, intervenția rezervelor de

rezistență neconsiderate în calcul. Coeficientul ψ este în general subunitar. El are valori mari când structurile prezintă o capacitate de deformare plastică (ductilitate) suficientă. Ductilitatea este definită prin capacitatea de disipare a energiei produsă de cutremur și de dirijarea în elementele structurale a zonelor plastice potențiale, ceea ce mărește ductilitatea în aceste zone și conduce la evitarea ruperilor casante.

Coeficientul ε_r stabilește echivalența între sistemul real (clădiri etajate cu mai multe grade de libertate) și un sistem cu un grad de libertate dinamică, care este considerat ca model de bază pentru determinarea curbelor spectrale standard. Acest coeficient de echivalență (ε_r) este corespunzător modului propriu de vibrații (r), are valori subunitare, fiind influențat de distribuția pe înălțime a maselor și de forma deformației clădirii sub acțiunea forțelor seismice.

Coeficientul de echivalență se determină cu relația:

$$\varepsilon_r = \frac{\left(\sum_{k=1}^n G_k \cdot u_{kr} \right)^2}{G \cdot \sum_{k=1}^n G_k \cdot u_{kr}^2} \quad (12.1)$$

6)

în care:

G_k - este rezultanta încărcărilor gravitaționale la nivelul (k) (greutatea întregii clădiri este $G = \sum_{k=1}^n G_k$);

u_{kr} este componenta la nivelul (k) a

vectorului propriu de ordinul (r) , valoarea acestuia se va stabili pe baza metodelor dinamicii construcțiilor;

Forța seismică calculată cu relația (12.13) trebuie să fie mai mică decât forța seismică maximă cu care se

încarcă efectiv clădirea în timpul cutremurului. Această forță seismică reală este funcție de dimensiunile și armările elementelor de construcții, care compun structura de rezistență.

NOȚIUNI DE CALCULUL CONSTRUCȚIILOR

13.1. SIGURANȚA CONSTRUCȚIILOR

Istoric. Timp de milenii proiectele de execuție pentru structurile de rezistență ale construcțiilor se elaborau pe baza experienței, a regulilor empirice și a aplicării intuitive a legilor mecanice. În această lungă perioadă istorică, s-au realizat construcții remarcabile, de mare durabilitate.

În secolele 17 și 18 au început cercetări, privind rezistența materialelor și capacitatea portantă a construcțiilor. La începutul secolului al 19-lea, în urma dezvoltării rapide a teoriei elasticității, în secolele precedente, Navier introduce calculul structurilor (considerate elastice, omogene și izotrope) prin metoda rezistențelor admisibile.

În anul 1899 Cristophe (pe baza ipotezei lui Bernulli, legii lui Hooke,

fisurării betonului admisă de Kaenen, coeficientului de echivalență a lui Neumann - 1880 și a numeroaselor încercări de laborator) elaborează calculul structurilor (din beton armat) cu metoda rezistențelor admisibile. Între anii 1903-1907 acest calcul e adoptat de diverse țări din apusul Europei.

Metoda rezistențelor admisibile a fost utilizată (pentru beton) până la sfârșitul deceniului 4 - 1950, când se trece la folosirea metodei de calcul la rupere.

Elaborarea acestei metode a fost posibilă datorită dezvoltării rapide a teoriei plasticității, precum și a unei bune cunoașteri a proprietăților fizice și mecanice reale ale materialelor.

Metoda devine o necesitate în perioada 1930-1940, pentru că vechea metodă se adapta greu performanțelor noilor materiale și evoluției tehnologiilor.

Metoda de rupere ia în considerație, în calcul, proprietățile reale ale materialelor, rezultând soluții mai economice. Normele care admit calculul de rupere, apar în Brazilia în 1937, în Rusia - 1938 iar la noi în țară, în 1952.

Elaborarea metodei semiprobabilistice de calcul la stări limită a fost condiționată de:

- dezvoltarea rapidă a cunoștințelor noastre teoretice și experimentale;
- acumularea unui număr mare de date referitoare la încercări și proprietăți fizico-mecanice ale materialelor și structurilor;
- de ideea folosirii metodelor statisticii matematice, la studiul siguranței construcțiilor.

Noțiunea de stări limită permite luarea în considerare a comportării locale sau de ansamblu a unei structuri în toate stadiile până la rupere.

Studiul noii metode a început în Rusia în 1943 iar normele au devenit oficiale în 1955, la noi în țară această metodă fiind introdusă în 1963.

Noțiunea de siguranță. Siguranța clădirilor este o condiție indispensabilă ce trebuie asigurată în vederea evitării prăbușirii structurii unei clădiri, prin depășirea rezistenței sau pierderea stabilității.

Siguranța clădirilor poate fi definită prin probabilitatea comportării sigure la acțiunile exterioare a unui element de rezistență sau a structurii clădirii pe toată durata de exploatare.

Factorii de condiționează siguranța. Siguranța construcțiilor este o problemă complexă datorită diversității mari și greu de stăpânit a factorilor ce o determină.

Siguranța construcțiilor (fig.13.1) este condiționată de: caracterul de pronunțată variabilitate a acțiunilor exterioare (zăpadă, vânt, cutremur), caracteristicile geometrice și de rezistență a materialelor structurii și a elementelor de construcții, condiții oferite de o exploatare nerațională, erori de proiectare și execuția clădirilor, insuficienta cunoaștere a comportării structurii la anumite acțiuni, agresivitatea mediului ambiant, acțiuni neprevăzute (explozii, incendii). Acești factori generează, la rândul lor, o serie de alți parametri variabili.

Luând în considerare cât mai mulți factori, metodele de calcul sunt mai aproape de realitatea fenomenului fizic.

Conceptul de siguranță. Metodele de calcul a construcțiilor au fost și sunt generate de considerarea a cât mai mulți factori ce condiționează siguranța construcțiilor dar și de o formulare matematică simplă. Aceste două deziderate, contrarii prin definiție, trebuie să exprime cât mai bine realitatea fenomenului fizic.

Acțiunea încărcărilor exterioare este în echilibru tot timpul cu reacțiunea ce se dezvoltă în interiorul unui element din structura clădirii. Reacțiunea constă în eforturile unitare ce se nasc în materialul respectiv.

Factorii ce influențează siguranța clădirilor în exploatare

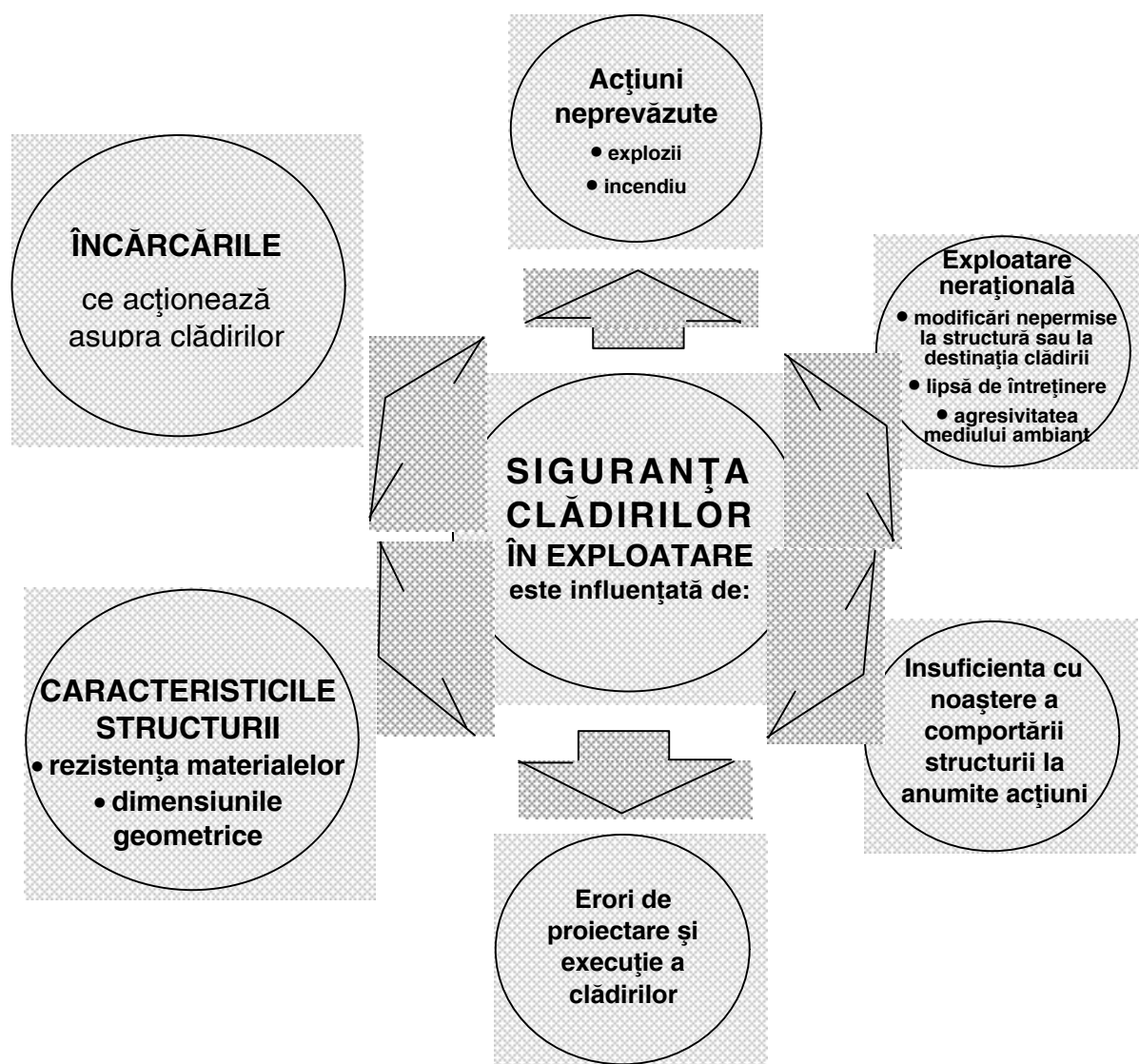


Fig. 13.1 Siguranța clădirilor. Influențele din timpul exploatării.

Acest lucru conduce la un echilibru pe toata durata exploatării unei clădiri, între solicitarea maximă produsă de încărcările exterioare (influențate de mărimea încărcării, deschiderea elementelor) și eforturile unitare ce se nasc în materialul elementului de construcții. Aceste eforturi unitare sunt influențate de: mărimea sarcinii exterioare, deschiderea și caracteristicile geometrice ale secțiunii elementelor de construcții.

Conceptul de siguranță se poate exprima simplu prin condiția ca solicitarea maximă produsă de încărcările exterioare să fie mai mică decât capacitatea portantă minimă a elementului de construcții.

13.2. METODE DE CALCUL

Introducere. Metodele de calcul în construcții, în ordinea apariției istorice, dar și după gradul de exactitate cu care se exprimă matematic noțiunea de siguranță (relații empirice sau relații legate mai bine de fenomenul fizic real) și domeniul în care se limitează valoarea efortului unitar din material sunt: metoda rezistențelor admisibile, metoda la rupere și metoda stărilor limită.

Primele două metode sunt metode deterministe de calcul, în care parametri de bază (acțiuni, eforturi, rezistențele materialelor, mărimile geometrice) sunt considerate drept mărimi certe nealeatorii, ceea ce este infirmat de realitate.

Coeficientul de siguranță global este determinat prin apreciere, în mod empiric, fără o justificare științifică.

În metodele deterministe de calcul se folosesc valori medii ale parametrilor de bază. Din punct de vedere probabilistic este logic, căci într-o distribuție normală, valorile medii ale unei variabile aleatorii sunt cele mai probabile și au cea mai mare frecvență de apariție.

Coeficientul de siguranță global în metoda de calcul la rupere, spre exemplu, reprezintă raportul valorilor medii ale capacității portante a secțiunii și eforturile produse de încărcări.

Metodele deterministe de calcul cu coeficient global de siguranță nu exclud riscul rupei, dar nici nu îl precizează, deoarece acest coeficient nu ia în considerație variația celor două distribuții ale capacității portante și a eforturilor.

Metoda stărilor limită este, din punct de vedere teoretic, o metodă probabilistică de calcul, în care parametri de bază sunt considerați drept mărimi aleatorii. Dat fiind că în etapa actuală o analiză probabilistică completă nu este posibilă, factorii de siguranță sunt introduși în calcule printr-o apreciere semiprobabilistică. Deci această metodă este denumită metodă semiprobabilistică de calcul la stări limită.

Metoda apreciază ca valorile extreme ale acestor parametri, care prezintă o anumită probabilitate de a nu fi depășiți în sens defavorabil, în mod

obișnuit, se folosesc valori maxime pentru acțiuni, eforturi și minime pentru rezistențe.

Metode deterministe

Metoda rezistențelor admisibile. Condiția de rezistență, în această metodă se scrie în domeniul elastic de comportare a materialului și în punctul cel mai solicitat.

$$\boxed{\text{Efortul unitar efectiv maxim dat de încărcările exterioare}} \leq \boxed{\text{Efortul unitar maxim admisibil la care poate fi încărcat un material în condițiile unei siguranțe inițiale impuse}}$$

Valoarea efortului unitar efectiv maxim este dat de raportul:

$$\boxed{\text{Efortul unitar maxim admisibil}} = \frac{\boxed{\text{Efortul unitar limită}}}{\boxed{\text{Coeficient de siguranță unic}}}$$

Efortul unitar limită se consideră funcție de modul de comportare al materialului la solicitarea limită.

$$\boxed{\text{Efortul unitar limită}} = \boxed{\text{Limita de curgere pentru materiale cu comportare casantă (beton, ipsos etc.)}}$$

sau

$$\boxed{\text{Efortul unitar limită}} = \boxed{\text{Limita de rupere pentru materiale cu comportare plastică (oțel etc.)}}$$

Efortul unitar limită rezultă din curba caracteristică a materialului la solicitarea la care se referă rezistența admisibilă (fig.13.2.)

Coeficientul de siguranță stabilește o rezervă de rezistență a materialului în ipoteza încărcării maxime. De mărimea acestui coeficient (care este supraunitar) depinde consumul de material în elementele de construcții.

În valoarea coeficientului de siguranță, se includ:

- inexactitățile între calculul teoretic și realitatea fenomenului fizic;
- neomogenitatea materialelor;
- variabilitatea încărcărilor ;
- influența condițiilor de exploatare.

Coeficientul de siguranță cu valori mari (cu siguranță sporită) conduce la un consum sporit de materiale.

Tendința de reducere a acestui coeficient presupune stăpânirea tuturor factorilor, care introduc aproximații în calcul.

Coeficientul de siguranță este fixat în funcție de calitatea materialelor și exactitatea metodei de calcul.

Dezavantajele metodei rezistenței admisibile pot fi enunțate astfel:

- conceptul de siguranță este empiric și nu corespunde decât parțial realității;
- dacă în punctul cel mai solicitat s-a atins rezistența admisibilă asta nu înseamnă că întreaga capacitate de rezistență a elementelor a fost epuizată;
- comportarea materialelor după această metodă este considerată în domeniul elastic, făcând inutilizabilă

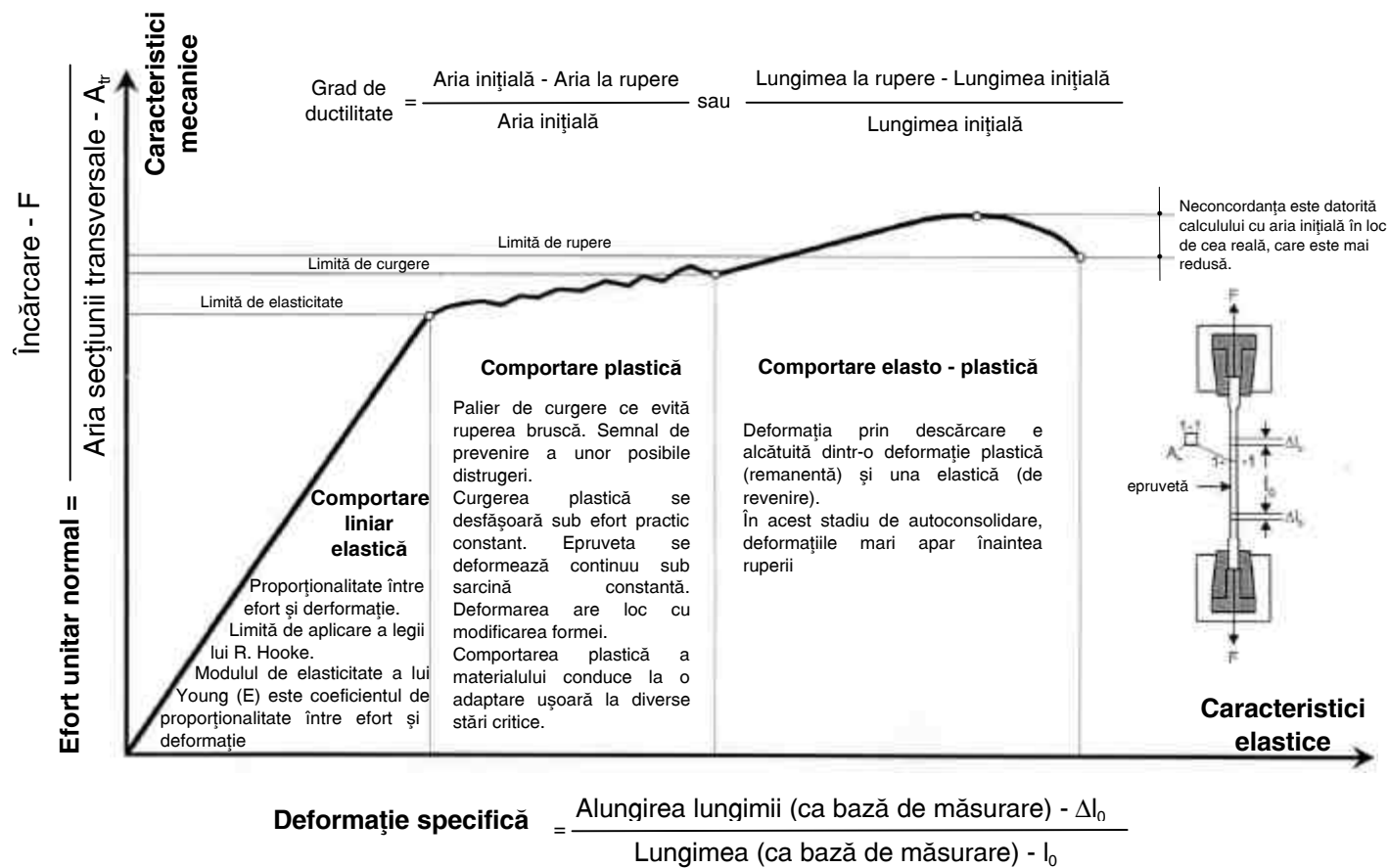
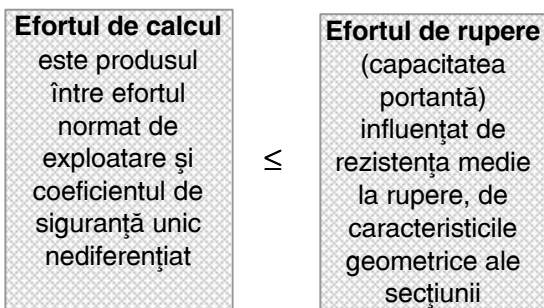


Fig. 13.2 Stadiile din curba caracteristică (pentru încercarea la întindere a oțelului)

- rezerva de rezistență a majorității materialelor în domeniul elasto-plastic;
- coeficientul de siguranță unic nu poate include cu suficientă precizie influența tuturor factorilor, care determină siguranța elementelor.

Metoda la rupere. În cadrul acestei metode se consideră că elementul de construcție ajunge la cedare dacă o întreagă secțiune și-a epuizat total capacitatea portantă. Condiția de rezistență din domeniul elastic se transpune în domeniul elasto-plastic iar noțiunea de siguranță se apropie mai mult de realitatea fizică.



Neajunsurile metodei la rupere constau în analiza comportării mecanice a structurii, care se realizează unilateral numai în stadiul de rupere și nu ține seama de comportarea elementelor structurale în alte stadii de lucru, care apar în condiții de exploatare.

Metoda stărilor limită

Starea limită, odată atinsă, implică pierderea capacității construcției de a satisface condițiile de exploatare, funcție de destinația stabilită sau/și apariția unor pericole pentru viața sau sănătatea oamenilor.

Stările limită se împart în două grupe:

- stare limită ultimă ce corespunde epuizării capacității portante, ruperii secțiunilor critice (unde eforturile ating rezistențele de rupere) sau pierderii stabilității (fig.13.3.1);

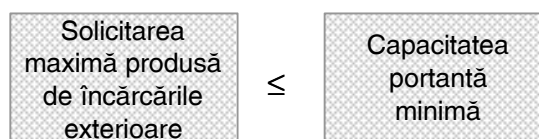
- stare limită a exploatării normale, ce corespunde fisurării elementelor de construcții, deformațiilor statice sau dinamice a căror depășire împiedică exploatarea normală a clădirii (fig.3.11).

În cadrul metodei stărilor limită se utilizează coeficienți de siguranță diferențiați, ce țin seama de variația factorilor care influențează siguranța clădirilor.

Condiția de rezistență se enunță, în cadrul unei probabilități impuse (posibilitatea proiectării unei structuri cu siguranță absolută este minimă) astfel încât conceperea structurii să ofere riscul minim de a atinge una din stările limită (fig.13.3).

Conceptul de siguranță în metoda stărilor limită este dat de exprimarea probabilistică (fig. 13.4) a acțiunilor exterioare, cu caracter aleator, a caracteristicilor mecanice și elastice ale materialului - rezistența de curgere, rezistența de rupere, modulul de elasticitate longitudinal și/sau transversal, condiții de lucru exterioare.

Starea limită ultimă se exprimă prin:



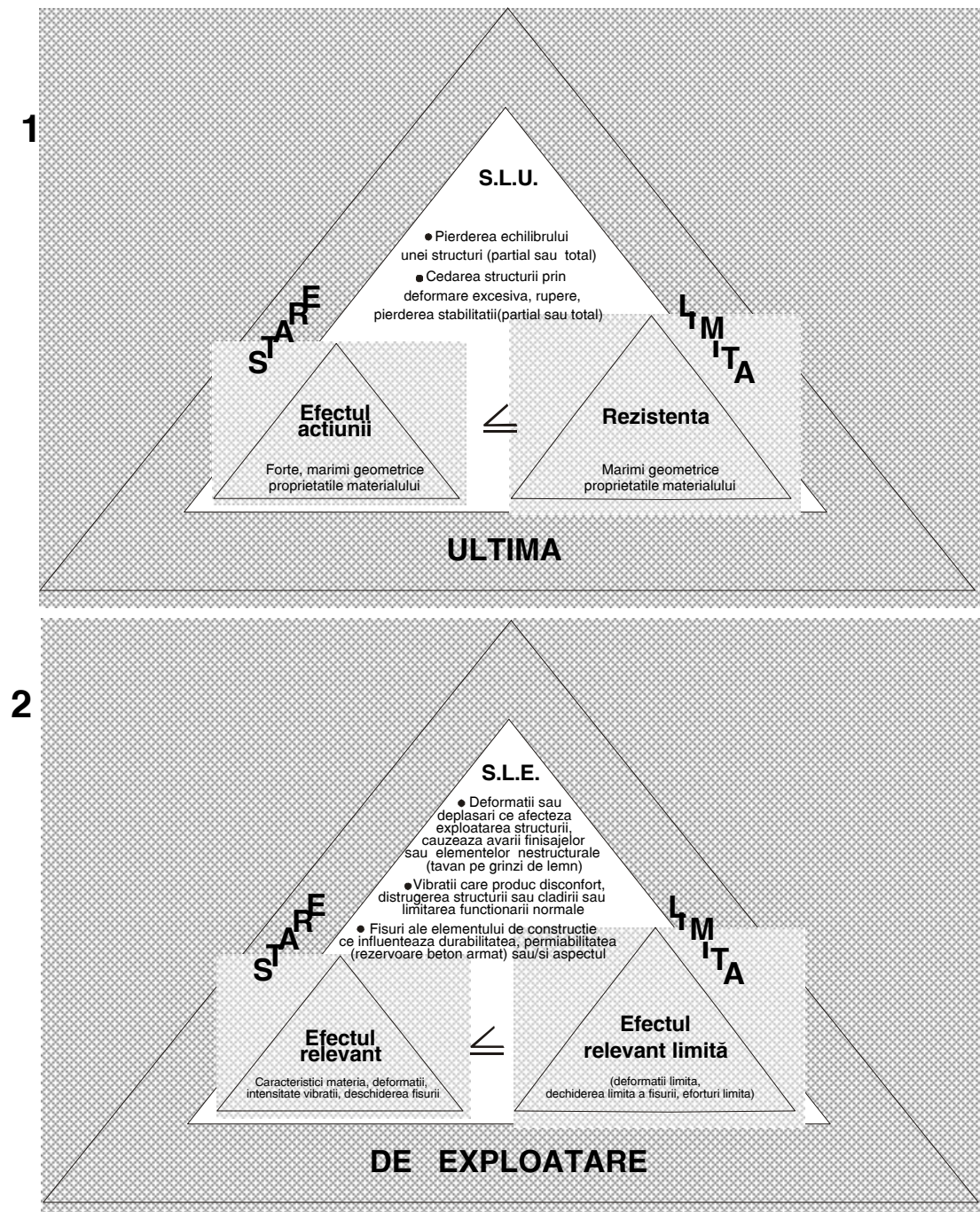


Fig.13.3 Schematizarea metodei stărilor limită. 1. Starea limită ultimă. 2. Starea limită de exploatare

Solicitarea maximă produsă de încărcările exterioare poate fi exprimată prin relația:

$$\text{Factori de grupare} \cdot \sum \text{Factori de siguranță la încărcare} \cdot \text{Încărcare normată}$$

Factorul de grupare are de obicei valori subunitare (0,5... 0,9), reprezentând faptul că nu toate încărcările pot fi maxime concomitent.

Factorul de siguranță la încărcare reprezintă abaterea posibilă, în sens defavorabil, față de valorile normate ale încărcărilor.

Acest factor are, de regulă, o valoare supraunitară, exceptând acțiunile ce favorizează comportarea structurii.

De exemplu, încărcarea permanentă se majorează cu 10% la elementele de beton prefabricat, cu 30% la cele din beton monolit realizate pe șantier, iar la acțiunile din vânt se majorează cu 40-60%.

Mărirea factorilor de siguranță a încărcărilor este proporțională cu variabilitatea sarcinilor.

Încărcarea normată este valoarea caracteristică stabilită pe bază de studii statistice, extinse la un număr suficient de valori (fig. 13.4). Aceste încărcări normate sunt valori aleatorii determinate pe baza datelor statistice pe o perioadă îndelungată de timp. Dispersia valorilor încărcărilor exterioare este mică în cazul greutății proprii și încărcărilor utile, având valori mari în cazul acțiunilor climatice.

Capacitatea portantă minimă se determină cu relația:

$$\text{Factorul condițiilor de lucru a elementului} \cdot \sum \text{Caracteristici geometrice ale secțiunii} \cdot \frac{\text{Rezistența normată a materialului}}{\text{Factori de siguranță a materialului}} \cdot \text{Factorul condițiilor de lucru a materialului}$$

Caracteristica geometrică a secțiunii poate fi aria, modulul de rezistență.

Secțiunea transversală a elementelor de construcții este utilizată mai rațional din punct de vedere al capacității de rezistență, cu cât aria e mai îndepărtată de axa neutră. De exemplu, comparând două secțiuni circulare, tubulară și alta plină cu același diametru exterior, secțiunea plină este de două ori mai neeconomică decât cea tubulară.

Rezistența normată a materialului se determină experimental pe un număr de probe care, cu cât este mai mare, și rezultatele obținute sunt mai aproape de comportarea reală (fig. 13.4).

$$\text{Rezistența normată} = \text{Rezistența medie} - \text{Coeficient ce depinde de împrăștierea rezultată} \cdot \text{Abaterea medie pătratică}$$

Factorul de siguranță a materialelor scoate în evidență abaterea de la calitate a materialelor. Acest factor acoperă abaterile în sens defavorabil de la valoarea normată a rezistenței materialului (obținute pe epruvete în anumite condiții standardizate). Factorul de siguranță are valori mici în cazul materialelor cu un grad ridicat de neomogenitate (fig. 13.4 I, II).

Factorul condițiilor de lucru a elementului sau a materialului consideră

**Curbele de distribuție normală a valorilor aleatoare
a forțelor exterioare și/sau a caracteristicilor materialului**

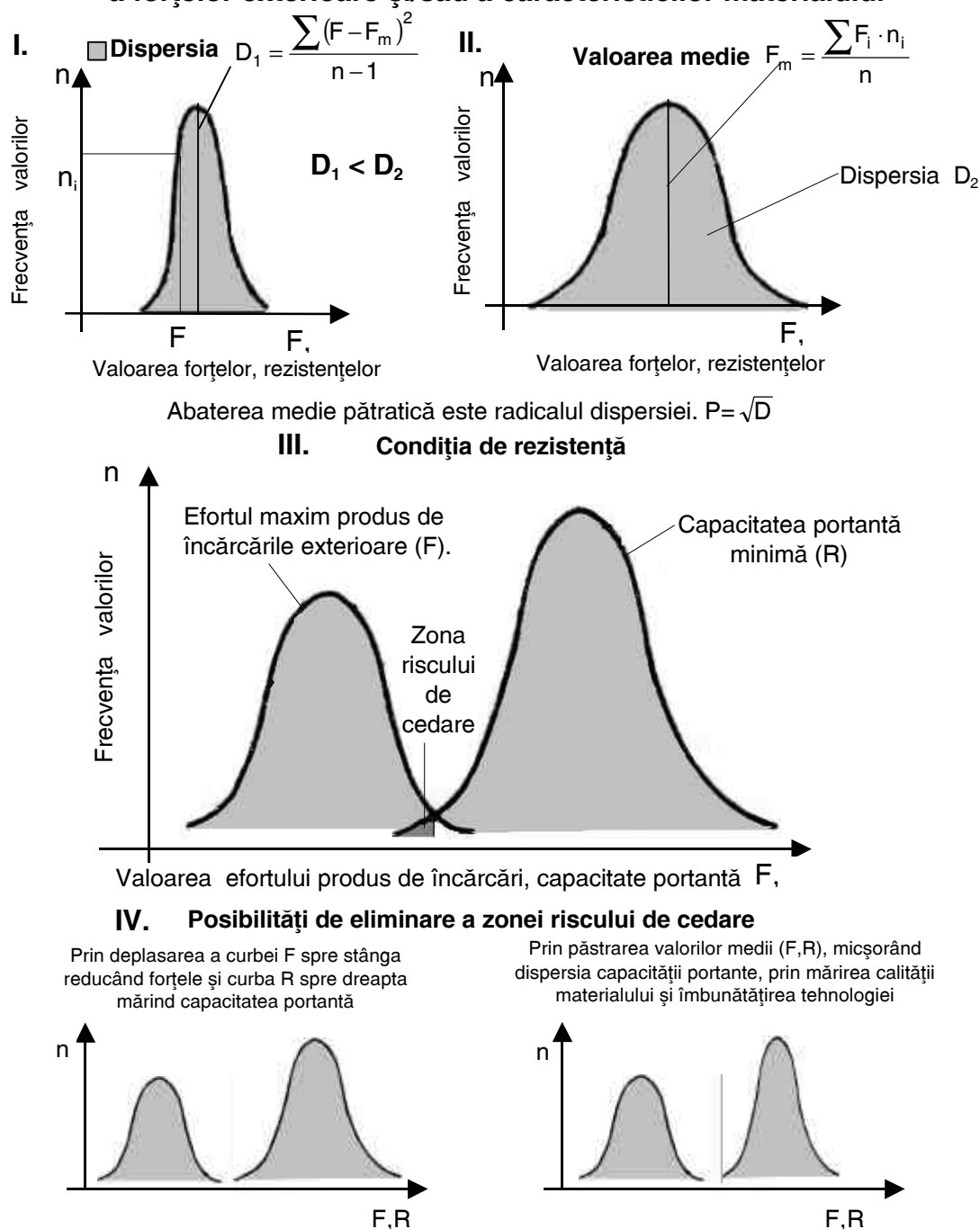


Fig. 13.4 Metoda stărilor limită. Elemente de teorie statistică. Curbe de distribuție normală(I, II). Condiția de rezistență (III). Posibilități de eliminare a zonei riscului de cedare (IV)

situațiile, în funcție de condițiile, de execuție, de exploatare și de modul de alcătuire în concordanță cu ipotezele considerate la proiectarea clădirii.

Condiția de rezistență a metodei stărilor limită este reprezentată în fig. 13.4.III. Într-un sistem de axe, se reprezintă curba de distribuție a efortului maxim produs de încărcările exterioare și curba de distribuție a valorilor capacității portante minime. La intersecția celor două curbe apare zona riscului de cedare, în care condiția de rezistență nu este îndeplinită.

Îndeplinirea condiției de rezistență (pentru a spori siguranța clădirii) se poate realiza în următoarele modalități (fig.13.4 IV):

- prin deplasarea curbei F spre stânga, micșorând forțele exterioare;
- deplasând curba R , măbind capacitatea portantă.

Condiția de rezistență se poate realiza și prin păstrarea valorilor medii a forțelor exterioare și a capacității portante (F, R), micșorând dispersia capacității portante ce se realizează prin mărirea calității materialului și a

îmbunătățirii tehnologiei de execuție. În același timp se pot micșora o parte din încărcările exterioare, în special greutatea proprie.

Starea limită a exploatării normale corespunde întreruperii funcționării în condiții normale a clădirii.

Exemplu de stări limită a exploatării normale sunt:

- fisurarea elementelor de construcții, când apariția fisurilor sau deschiderea lor excesivă este inacceptabilă (rezervoare de lichide) realizării funcțiune pentru care a fost concepută construcția;
- deformația elementelor de construcție, care trebuie limitată până la o valoare, care depășită împiedică exploatarea normală a clădirii (săgeata elementelor portante a unui planșeu din lemn ar produce distrugerea finisajului tavanului - desprinderea placilor de ipsos-carton) .

În cazul nesatisfacerii condiției stării limită a exploatării normale au loc întreruperi temporare a funcționării clădirii până la repararea și îndepărtarea defectelor apărute.

FUNDAȚII DE SUPRAFAȚĂ

14.1. GENERALITĂȚI

Fundația este elementul de construcție ce se află în contact direct cu terenul și transmite sarcinile, care acționează asupra clădirii, la terenul de fundație.

Condiții pe talpa de fundare

Pentru asigurarea unei bune comportări a clădirii, această transmitere trebuie realizată astfel încât să fie satisfăcute cele două condiții:

I. presiunea efectivă produsă de sarcinile ce acționează asupra clădirii să fie mai mică sau cel mult egală cu capacitatea portantă a terenului de fundare;

II. tasările probabile ale construcției datorate terenului de fundare să fie mai mici sau cel mult egale cu tasările admisibile ale construcției.

Condiția I. se exprimă cu relația

$$p_{ef} \leq \alpha \cdot p_{tr} \quad (14.1)$$

în care:

p_{ef} - presiunea efectivă la nivelul tălpii fundației, produsă de sarcini ce acționează asupra clădirii;

α - coeficient funcție de modul de acționare a încărcărilor (centric, excentric) și gruparea de acțiuni (fundamentală, specială);

p_{tr} - presiunea portantă de calcul a terenului de fundare.

Aceasta reprezintă presiunea maximă pe care o transmite fundația clădirii terenului de fundare, pentru a nu se produce ruperea și cedarea laterală a terenului și tasări incompatibile exploatarei normale a clădirii.

Capacitatea portantă a terenului se determină funcție de:

- greutatea volumetrică;

- supraîncărcarea ce acționează la nivelul tălpii fundației (lateral față de aceasta);

- coeziunea terenului;
- forma fundației (continuă, dreptunghiulară, pătrată, circulară);
- unghiul de frecare interioară.

Condiția II. se exprimă prin relația:

$$\Delta < \bar{\Delta} \quad (14.2)$$

în care:

Δ - deplasări sau deformări probabile ale clădirii, datorate terenului de fundare, ce sunt funcție de natura acestuia;

$\bar{\Delta}$ - deplasări sau deformări admisibile ale clădirii, funcție de structura de rezistență a acesteia, astfel încât să nu compromită stabilitatea sau să creeze dificultăți în exploatare.

Din condițiile I și II rezultă dimensionarea tălpii fundației.

Proiectarea fundației implică cunoașterea dimensiunilor clădirii, a reacțiunilor maxime dată de suprastructura terenului de fundare, a distribuției presiunilor pe talpa fundației, a schimbărilor posibile în calitatea terenului și a solicitărilor suplimentare ce pot apărea.

Clasificarea fundațiilor

Fundațiile pot fi clasificate (fig.14.1) după următoarele criterii:

- adâncimea de fundare;
- modul de preluare a eforturilor de compresie și întindere de către corpul

fundației și deformabilitatea la contactul pământ-fundație;

- modul de descărcare a sarcinilor pe terenul de fundare.

Funcție de adâncimea de fundare, fundațiile pot fi:

- fundații de suprafață (directe), care sunt la câțiva metri de suprafața terenului și reazemă direct pe terenul de fundare;
- fundații de adâncime (indirecte), care transmit încărcările clădirii la terenul bun de fundare ce se găsește la adâncime, prin intermediul unor elemente de construcții speciale (piloți, chesoane). Raportul dintre adâncimea de fundare și lățimea fundațiilor de adâncime este mai mare ca 5.

Prezentul capitol se ocupă de fundațiile de suprafață.

După modul de preluare a eforturilor și după deformabilitatea la contactul pământ-fundație, există:

- fundații rigide preiau în condiții bune numai eforturile de compresie, fiind alcătuite din materiale cu rezistență redusă la întindere (zidărie de piatră, beton simplu). Ordinul de mărime al deformațiilor fundațiilor rigide este mai mic decât cel al terenului de fundație;
- fundații elastice - preiau la fel de bine eforturile de compresie și întindere rezultate din încovoiere. Betonul armat se folosește, în mod obișnuit, la fundațiile elastice. Fundațiile perfect elastice nu au nici un efect

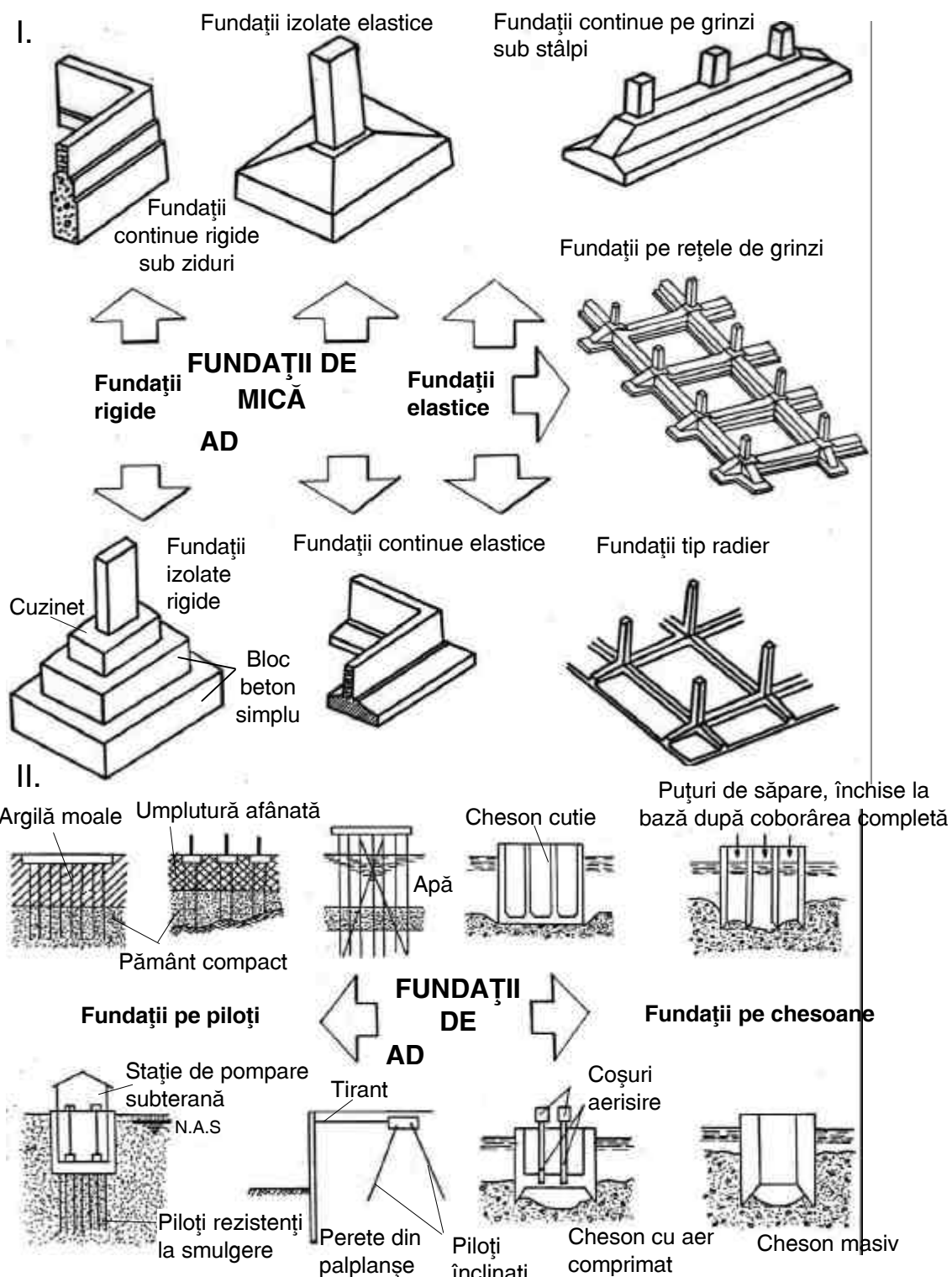


Fig. 14.1 Clasificarea fundațiilor funcție de adâncimea de fundare

asupra distribuției de presiuni pe suprafața de fundare.

Funcție de modul de descărcare a sarcinilor pe terenul de fundare, fundațiile de suprafață pot fi:

- fundații izolate sub stâlpi (rigide sau elastice), ce sunt alcătuite dintr-o placă simplă, pătrată sau dreptunghiulară, de grosime uniformă. Aceste fundații pot fi prevăzute cu trepte sau fețe înclinate pentru transmiterea sarcinilor de la stâlpi;
- fundații continue rigide sub ziduri portante și sub șiruri de stâlpi pozați atât de aproape, încât fundațiile izolate ar fi tangente;
- fundații continue elastice (tălpi de beton armat) sub ziduri și sub șiruri de stâlpi, în cazul când capacitatea portantă a terenului este scăzută;
- fundații-radier, ce se folosesc în cazul terenurilor cu capacitate redusă, la sarcinile foarte mari, sau în cazul când proiectarea fundațiilor izolate sau continue nu este rațională. Acest tip de fundații reduce tasările diferențiale, în cazul terenurilor neuniforme sau al stâlpilor cu încărcări diferite.

Alegerea sistemului de fundare

Sistemul de fundare este soluția constructivă eficientă din punct de vedere tehnic și economic, prin intermediul căreia se ajunge la cota de fundare.

Fixarea sistemului de fundare se face în funcție de: adâncimea de fundare, natura straturilor, succesiunea straturilor

în adâncime, poziția nivelului apei subterane.

Adâncimea de fundare (fig.14.2) distanța de la talpa fundației la cota terenului natural este influențată în primul rând de adâncimea de îngheț, distanță până la care se resimt temperaturile negative maxime.

Adâncimea minimă de îngheț se măsoară de la cota terenului amenajat și este determinată pentru o serie de localități din țara noastră.

Altă condiție pentru stabilirea adâncimii minime de fundare este încastrarea fundației, 20 cm, în stratul de pământ sănătos, ce urmează după stratul vegetal sau de umplură de la suprafața terenului.

Adâncimea de fundare va fi stabilită după aceste două condiții, în cazul când stratul în care se realizează fundația clădirii îndeplinește condițiile I și II.

Alegerea adâncimii de fundare este influențată de existența rețelilor subterane sau a fundațiilor vecine.

La clădirile cu subsol se va repeta condiția ca între cota de fundare și partea inferioară a pardoselii subsolului să fie cel puțin 40 cm.

Natura stratului de pământ în care se găsește talpa fundației va influența asupra capacității portante și a deformațiilor acesteia.

De exemplu, în cazul pământurilor necoezive, cum ar fi nisipurile afânate, saturate sau nisipurile foarte fine, pentru alegerea unui sistem de fundații de suprafață este necesar ca acest strat să fie compactat în mod artificial, prin

Modul de determinare a adâncimii de fundare

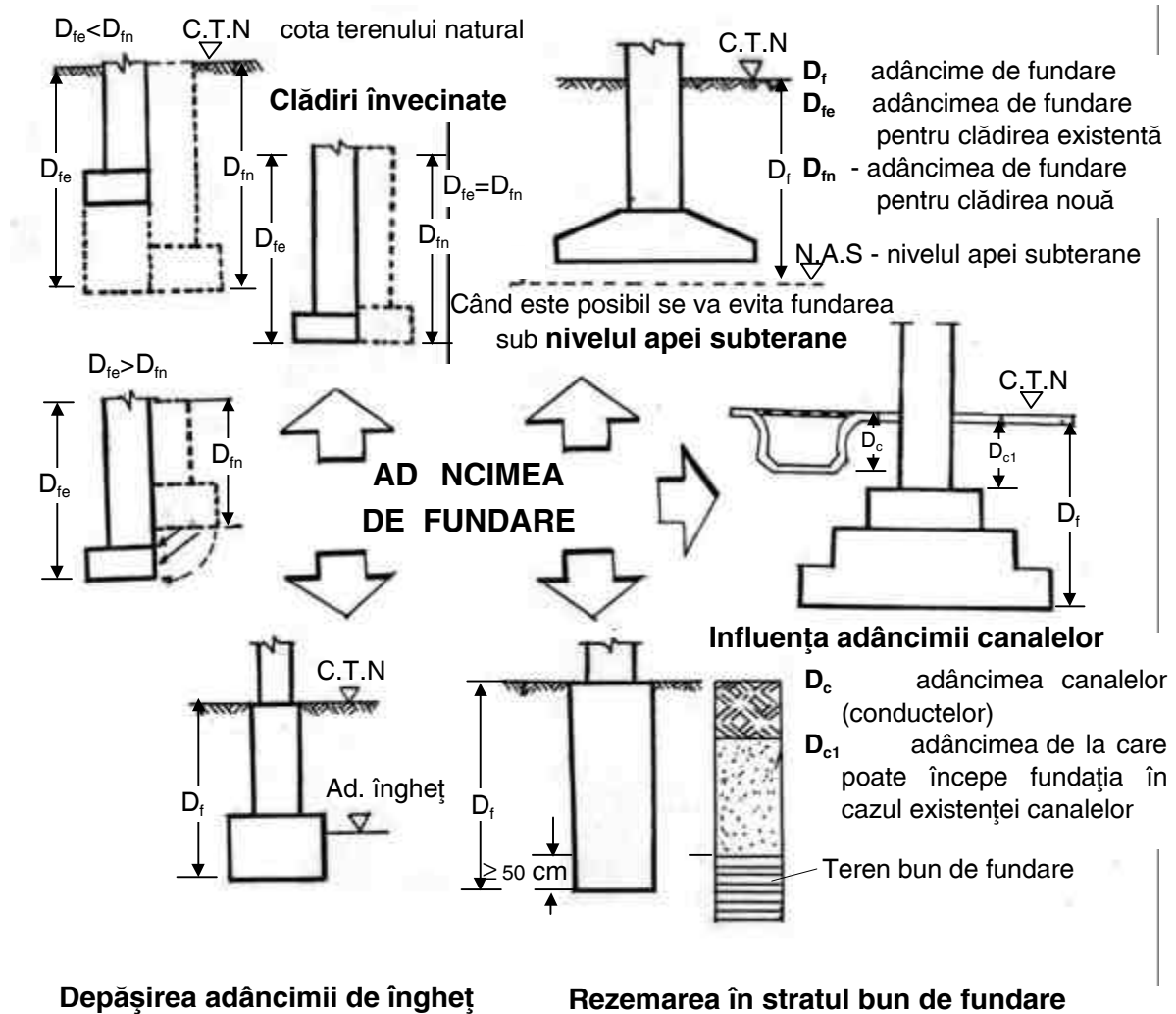


Fig. 14.2 Factorii ce influențează stabilirea adâncimii de fundare.

vibrare. În cazul în care dimensiunile fundațiilor sau alte condiții locale nefavorabile fac imposibilă compactarea, sarcinile clădirii trebuie transmise unor straturi mai îndesate din adâncime.

Sucesiunea straturilor în adâncime va influența asupra stabilirii sistemului de fundare.

În cazul fundațiilor așezate pe un strat de pământ vârtos, aflat deasupra unui strat de argilă moale, dacă fundațiile sunt situate la distanțe mari una față de alta, presiunea exercitată pe stratul inferior se poate reduce prin mărirea dimensiunilor fundațiilor.

Dacă tălpile izolate sunt apropiate, presiunile transmise în adâncime se vor suprapune, obținându-se, în zonele comune, o presiune dublă.

Se poate obține o micșorare a presiunilor, prin unirea tuturor fundațiilor izolate într-un șir de tălpi sau în radier.

Dacă în acest caz presiunea transmisă stratului moale depășește presiunea admisibilă a acestui strat, se va recurge la fundații de adâncime prin intermediul piloților, care traversează stratul de pământ moale, pătrunzând într-un strat portant în adâncime.

Poziția nivelului apei subterane va influența, alături de alegerea sistemului de fundare, modul de execuție al fundației.

În cazul nivelului ridicat al apei subterane, vor fi necesare lucrări de epuismențe, de izolare a amplasamentului de apa înconjurătoare sau de execuția fundațiilor sub apă.

14.2. FUNDAȚII RIGIDE

Fundațiile rigide se utilizează ca reazeme pentru zidurile portante sau pentru stâlpii osaturii clădirii. În primul caz, se vor utiliza fundații continue sub ziduri, iar în al doilea caz, fundații izolate cu bloc și cuzinet.

Fundații continue

Aceste fundații pot avea secțiunile sub formă: dreptunghiulară, cu evazări, cu trepte (fig.14.3).

Fundațiile dreptunghiulare vor avea evazarea față de peretele portant.

Aceste fundații sunt avantajoase până la lățimi de 1,0 m, având în vedere că betonul se toarnă direct în șanțurile săpate, eliminându-se cofrajele.

La clădirile cu puține nivele, lățimea fundațiilor este impusă de dimensiunile zidurilor și de necesitățile constructive legate

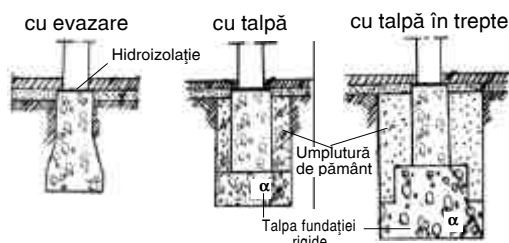
de asigurarea unei bune rezemări, mai mult decât de capacitatea portantă a terenului.

Un zid de 30 cm grosime, cu o evazare a fundației de 15 cm de fiecare parte, va avea o lățime totală a fundației de 60 cm (lățime rezultată și din condiția de execuție manuală a săpăturii).

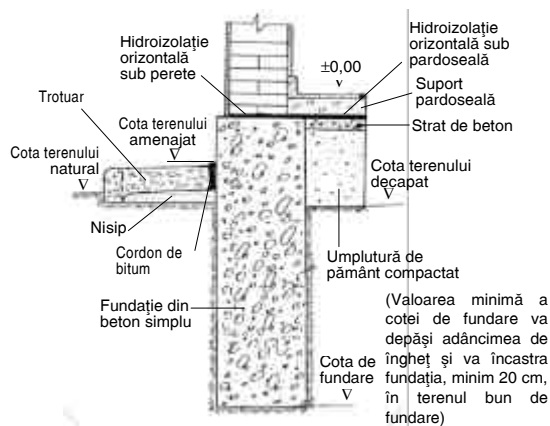
În cazul unei clădiri cu două nivele, această fundație va transmite 0,5 daN/cm², ceea ce, în cazul pământurilor des întâlnite la noi în țară, dă un coeficient de siguranță de 3-6. Rezultă

Fundații rigide continue sub ziduri

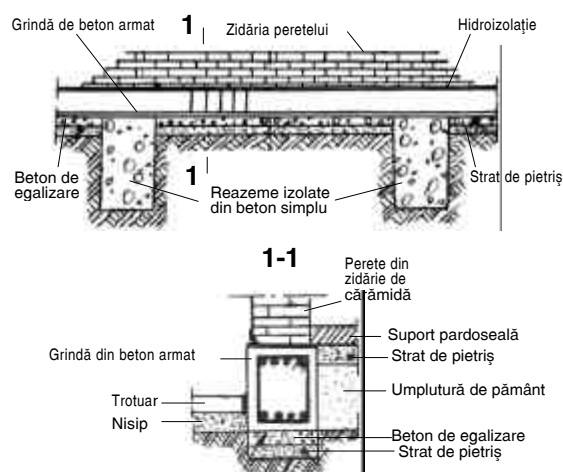
I. Tipuri de fundații continue



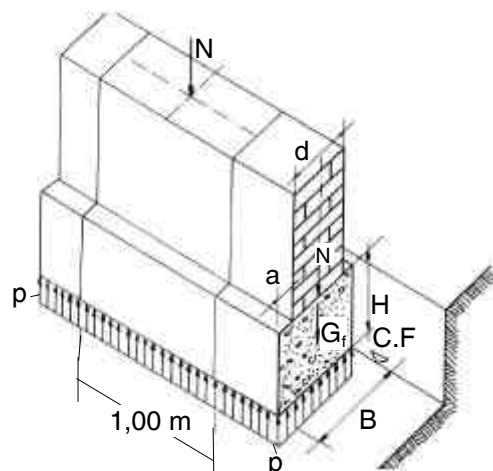
DETALIU - fundație zid exterior



II. Fundații cu descărcări pe reazeme izolate prin intermediul grinzilor drepte



III. Fundație continuă simetrică



IV. Fundație continuă în trepte solicitată excentric

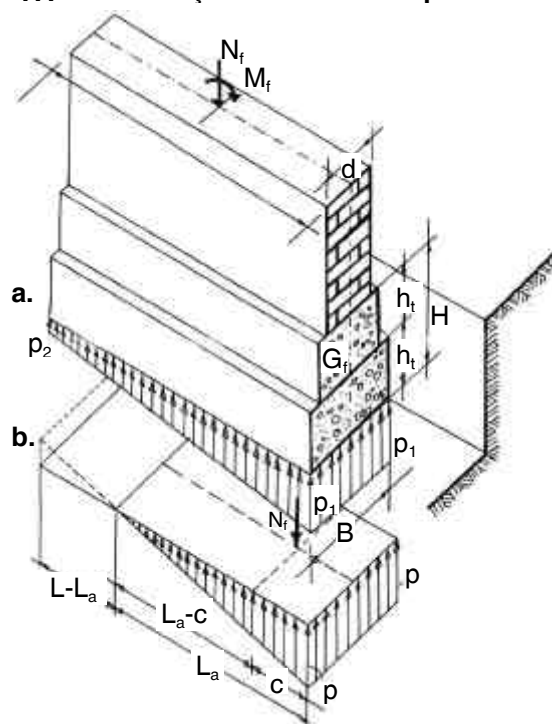


Fig. 14.3 Fundații rigide continue sub ziduri. Tipuri de fundații. Detaliu fundații zid exterior (I.). Fundații cu descărcări pe reazeme izolate (II.). Fundație continuă solicitată centric (III.). Fundație continuă în trepte solicitată excentric (IV.)

că, în acest caz, capacitatea portantă a pământului nu este judicios utilizată.

Se indică atunci folosirea fundațiilor continue (40 cm), executate mecanizat, cu un excavator cu cupă îngustă sau un utilaj special cu graifăr, astfel se asigură economii importante de manoperă și materiale.

Fundațiile cu evazări (fig.14.3) se vor folosi în terenuri care au o coeziune suficientă pentru executarea evazărilor în pereții săpăturii. Săpătura se va executa, la început, cu secțiuni dreptunghiulară, fără evazări; acestea se vor efectua cu puțin timp înainte de turnarea betonului în fundație.

Fundațiile cu trepte (fig.14.3) se utilizează atunci când talpa fundației e mai lată decât în cazurile anterioare. Fundația se adoptă în urma unui calcul economic comparativ, între cantitatea de beton economisită și sporul de consum de manoperă și material lemnos din cofraje.

Materialele utilizate în cazul fundațiilor rigide sunt: betonul simplu, betonul ciclopian, zidăria de piatră brută.

Betonul simplu utilizat în fundații trebuie să respecte următoarele:

- dozajul minim de ciment va fi de 150 kg/m³, pentru a împiedica pătrunderea apei în fundații;
- la fundațiile în trepte se va asigura aderarea straturilor, după pauzele de betonare;
- în timpul betonării, se vor evita prăbușirile de pământ, care ar întrerupe continuitatea betonului.

Betonul ciclopian folosit la fundații este alcătuit din blocuri de piatră, bine udate, înglobate în beton.

În altă variantă, se toarnă stratul de beton (de consistență obișnuită) în grosime de 30 cm, vibrat, în care se pozează blocurile de piatră brută.

Fundații cu rigiditate sporită. La fundarea clădirilor în terenuri (cu compresibilitate mare sau pământuri macroporice, sensibile la umezire), ce prezintă pericol de tasări inegale, se mărește rigiditatea fundației, prin prevederea a două centuri.

Centurile sunt amplasate la partea inferioară și superioară a fundațiilor sau a peretelui subsolului și se realizează din beton armat.

Fundațiile sub ziduri despărțitoare (neportante) se realizează din însăși placa de suport a pardoselii. Fundațiile de acest tip se execută sub ziduri neportante pe înălțimea unui singur nivel.

Măsuri suplimentare se prevăd în cazul pardoselii așezate pe umplutură. Placa se va arma constructiv.

Fundațiile cu descărcări pe reazeme izolate transmit terenului încărcările zidurilor ce reazemă pe ele în mod discontinu, prin blocuri de fundații izolate dispuse de-a lungul zidurilor (fig.14.3).

Utilizarea acestor fundații, pe baza unui calcul economic comparativ, este rațională atunci când pământul bun de fundare se găsește la o adâncime mai

mare ($>2,0$ m de la cota terenului natural) sau când zidurile clădirilor, până la două nivele, transmit încărcări mici la fundații.

Reazemele izolate se vor prevedea, în conformitate cu traveele clădirii, în punctele de întretăiere ale zidurilor și în dreptul plinurilor acestora.

Alcătuirea constructivă a reazemelor izolate se face analog fundațiilor continue.

În plan, aceste reazeme au o secțiune în formă dreptunghiulară, iar la intersecția zidurilor - în formă de L sau T.

Poziția în plan a blocurilor de fundație se va alege astfel încât centrul de greutate al suprafeței bazei lor să fie cât mai apropiat sau să coincidă cu poziția rezultantei încărcărilor transmise de ziduri.

Elementele de descărcare constituie suportul zidurilor și de transmitere a încărcărilor la blocurile de fundații.

Elementele de descărcare sunt alcătuite din grinzi sau bolți. Sub aceste elemente se toarnă un strat de beton de egalizare așezat, la rândul lui, pe un strat de pietriș.

Grinzile din beton armat pot fi cu secțiunea constantă sau cu vute pe reazeme. Aceste grinzi sunt, de obicei, continue pe reazeme late.

Fundații bloc și cuzinet

Fundațiile izolate se utilizează ca reazeme pentru stâlpi din beton armat sau metalici.

Aceste fundații sunt formate dintr-un cuzinet de beton armat, care face trecerea de la stâlp la blocul de fundație alcătuit din beton simplu (fig.14.4).

Cuzinetul din beton armat poate avea forma de prismă sau de obelisc cu bază prismatică și repartizează sarcina de la stâlpul de beton armat pe o suprafață mai mare a blocului de beton simplu.

În aceste condiții, înălțimea cuzinetului va trebui să aibă valori minime $h_c > 30$ cm; $tg\alpha > 2/3$.

Înălțimea cuzinetului mai este condiționată de faptul că mustățile armăturilor din stâlp trebuie să fie ancorate în cuzinet.

Dimensionarea cuzinetului rezultă din valorile admisibile ale rezistenței la compresie a betonului simplu al blocului de fundație. (fig.14.4)

Cuzinetul va fi armat la partea inferioară cu un grătar din bare din oțel beton. Această armătură de rezistență a cuzinetului se calculează după două direcții, la momentul încovoietor din secțiunea de încastrare (se consideră cuzinetul încastrat în stâlp), determinat de presiunile reactive ce acționează la baza cuzinetului.

Pentru a fi necesară armătura înclinată, dimensiunile cuzinetului trebuie să fie astfel alese, pentru a satisface condiția: $tg\beta \geq 1$.

Dacă în unele ipoteze de încărcare ale construcției apar eforturi de întindere la suprafața de separație între cuzinet și blocul de fundație din beton simplu, cuzinetul va fi ancorat în bloc, prin

Fundație rigidă izolată bloc și cuzinet

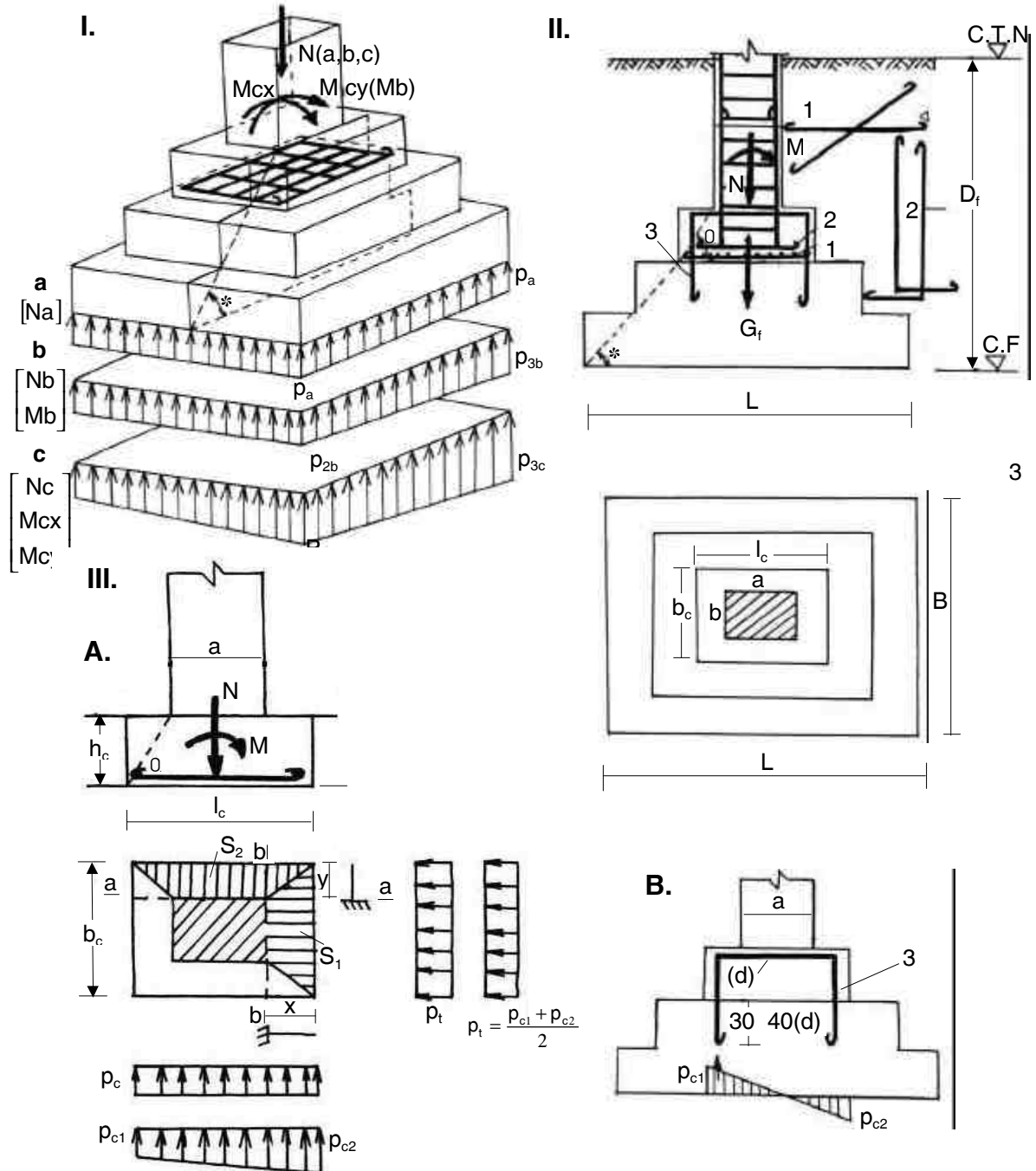


Fig. 14.4. Fundații izolate rigide sub stâlpi. Distribuția presiunilor reactive pe talpa fundației (I.). Alcătuire constructivă (II.). Cuzinetul (III.). Alcătuirea constructivă și distribuția presiunilor (A.). Ancorarea cuzinetului (B.).

armături capabile să preia întreaga forță de întindere.

Blocul de fundație din beton simplu poate fi format dintr-o singură treaptă, din două sau cel mult trei trepte.

Înălțimea blocului de fundație din beton simplu, considerat element rigid având preponderente eforturile unitare de compresiune (în aceste condiții, blocul are deformații proprii foarte mici), respectiv înălțimea fiecărei trepte trebuie astfel aleasă, încât condiția de rigiditate să fie satisfăcută în ambele direcții:

$$\text{tg } \alpha \geq \text{tg } \alpha_{\text{ad}} \quad (14.3)$$

Valorile minime pentru $\text{tg } \alpha_{\text{ad}}$, la fundații izolate rigide sub stâlpi, sunt funcție de capacitatea portantă a terenului și marca betonului din blocul fundației.

Calculul fundațiilor rigide

În cadrul proiectării fundațiilor, în general, se urmăresc două probleme distincte:

- dimensionarea tălpii fundației, astfel încât să nu se producă deformarea sau ruperea terenului de fundație peste limita admisă de structura clădirii;
- dimensionarea fundației propriu-zise, astfel ca să reziste la solicitările transmise de clădire spre terenul de fundare.

Fundațiile rigide se vor calcula la încărcările date de clădire și de presiunile reactive ce se dezvoltă la nivelul tălpii de fundație.

Presiunile reactive ce încarcă terenul de fundație provin din presiunile transmise de corpul de fundație și de greutatea pământului aflat în jurul fundației din zona de deasupra tălpii.

În cazul fundațiilor rigide, executate din materiale care au o rezistență redusă la întindere, se va urmări ca efortul unitar normal de întindere, care depinde de presiunea reactivă și de unghiul de rigiditate α , să fie sub anumite limite.

Unghiul de rigiditate α , care este dat în funcție de presiuni și materiale (din care este alcătuită fundația), va face ca în fundație să fie preponderente eforturile unitare de compresiune, având deci deformații proprii foarte mici.

Dimensionarea fundațiilor sub pereți. Dacă admitem că fundația rigidă este nedeformabilă și terenul de fundație are o comportare perfect elastică, presiunea respectivă variază liniar.

În cazul încărcărilor centrice, ce acționează asupra fundației (rezultanta trece prin centrul de greutate al tălpilor fundației), presiunile reactive sunt uniform repartizate. (fig.14.3 și fig.14.5)

În cazul încărcărilor excentrice, ce apar datorită presiunii vântului, sau la clădirile industriale din sarcini de la pod rulant, presiunile sub fundații sunt considerate liniare: presiunea maximă nu trebuie să depășească capacitatea portantă a terenului.

Dacă rezultanta se află în treimea mijlocie a bazei, vom avea eforturi de compresiune pe talpa fundației. În cazul

când rezultanta se găsește la marginea sâmburelui central, diagrama de repartizare a presiunii este triunghiulară (fig.14.5).

În cazul când rezultanta se află în afara treimii mijlocii a bazei, relația arată că sub talpa fundației apar eforturi de întindere. În realitate aceste eforturi, nu se pot dezvolta, iar distribuția presiunilor se face prin intermediul zonei active a suprafeței fundației. În practică se recomandă să se evite proiectarea fundațiilor din acest ultim caz (fig.14.3 și fig.14.5).

Calculul fundațiilor dezvoltate simetric se efectuează pentru un tronson de 1,0 m din lungimea fundației.

În cazul încărcărilor centrice condiția presiunii de pe talpă (fig.14.3) este:

$$p_{ef} = \frac{N + G_f}{A_c} \leq p_{tr} \quad (14.4)$$

în care:

N - încărcare pe metru liniar la nivelul fundației;

$G_f = \gamma_{med} \cdot B \cdot D_f$ - greutatea fundației și a terenului de deasupra ($\gamma \cong 2000 \text{ daN/m}^3$);

D_f - adâncimea de fundare;

$A_c = B \cdot 1,0$ - suprafața de contact a fundației (m^2);

B - lățimea fundației (m), se determină din relația:

$$B = \frac{N}{p_{tr} - \gamma_{med} \cdot D_f} \quad (14.5)$$

Condiția de rigiditate ($tg^* > tg^*_{min}$) se va verifica după determinarea dimensiunii $a = \frac{B - d}{2}$.

Pentru $H < 40 \text{ cm}$ se adoptă $H_{min} = 40 \text{ cm}$.

Pentru $H > 60 \text{ cm}$ fundația poate fi realizată în trepte.

Lățimea maximă de aplicare a fundației continue rigide se determină în cazul terenurilor de capacitate portantă mică și transmitere de încărcări mari:

$$B_{max} = \sqrt{\frac{2N}{\gamma_m \cdot tg\alpha}} \quad (14.6)$$

Fundațiile continue rigide în trepte trebuie să respecte condițiile de la fundațiile izolate rigide.

Determinând lățimea B , care se rotunjește la multipli de 5 cm, respectând condiția de rigiditate, în continuare se adoptă secțiunea transversală.

Cunoscând dimensiunile reale ale fundațiilor se calculează exact G_f și se verifică din nou relația $p_{1,2ef} \leq p_{tr}$.

Lățimile (B) minime rezultă din execuția manuală a săpăturii în spații înguste și din condiția ca lățimea soclului sau a fundației să fie mai mare cu 2,5 cm de fiecare parte a zidului.

Dimensionarea fundațiilor sub stâlpi. Blocul de fundație are numărul treptelor în funcție de adâncimea de fundare și de respectarea valorii $tg\alpha_{min}$ - caracteristică de rigiditate.

În cazul blocurilor de dimensiuni mari, se poate adopta forma de obelisc, care necesită o execuție mai greoaie.

Dimensiunea suprafeței de contact a blocului de fundație cu terenul pornește de la următoarele date:

- alegerea adâncimii de fundare (D_f);

Variația presiunilor reactive funcție de excentricitate

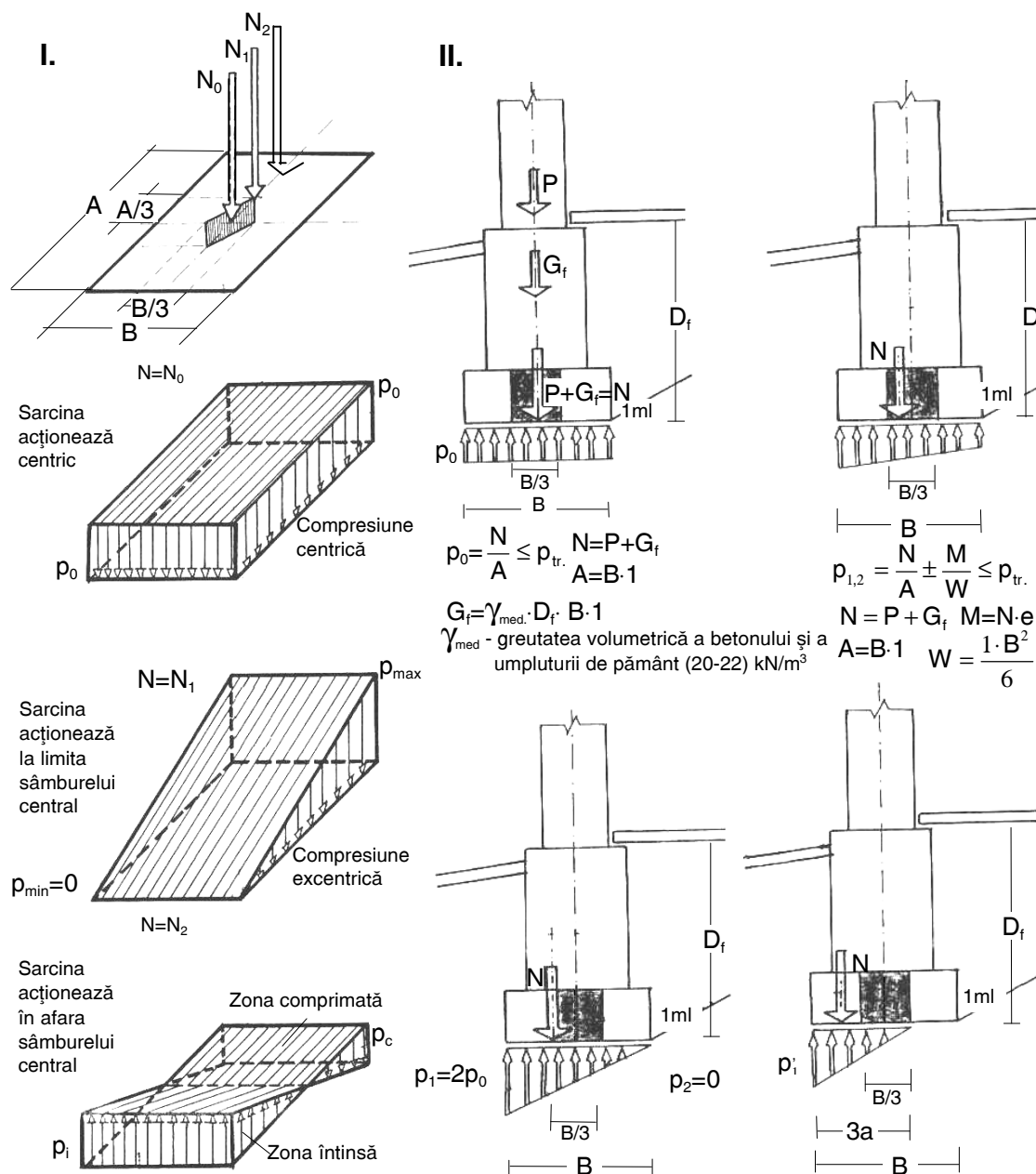


Fig. 14.5. I. Diagrame de eforturi funcție de poziția forței axiale. II Calculul fundațiilor rigide continue funcție de excentricitate.

- stabilirea, într-o primă etapă, a înălțimii cuzinetului h_c din condițiile constructive;

$$h_c \geq 30\text{cm} ; \quad \frac{h_c}{b_c} \geq 0,25 \quad (14.7)$$

Stabilirea înălțimii blocului de fundație H:

$$H = D_f - \Delta - h_c \geq 40\text{cm} \quad (14.8)$$

în care:

D_f - adâncimea de fundare;

■ - porțiunea de stâlp aflată sub cota terenului natural.

Determinarea suprafeței de contact pentru solicitări centrice (fig. 14.4):

$$p_{ef.} = \frac{N + G_f}{A_c} \leq p_{tr.} \quad (14.9)$$

p_{ef} - presiunea efectivă la nivelul tălpilor de fundație;

N - forța axială la baza stâlpului;

G_f - greutatea proprie a fundației și a pământului aflat desupra ei;

$$G_f = (0,1-0,15)N;$$

A_c - suprafața de contact;

$A_c = L \cdot B$ - pentru fundație dreptunghiulară;

$A_c = L^2$ - pentru fundație pătrată.

p_{tr} - capacitatea portantă de calcul a terenului de fundare, funcție de clasa de importanță a construcției și categorii de teren de fundare.

Suprafața de contact:

$$A_c = \frac{N + G_f}{p_{tr}} \quad (14.10)$$

Calculul dimensiunilor suprafețelor de contact pentru solicitări excentrice pe o direcție (fig.14.4) se pornește de la distribuția presiunilor efective:

$$P_{1,2} = \frac{1,1 \cdot N}{A_c} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{L} \right) \quad (14.11)$$

în care:

$p_{1,2}$ - presiunile efective (N/mm^2);

N - forța axială la baza stâlpului (N);

A_c - suprafața de contact (m^2);

e - excentricitatea în direcția solicitării momentului (m);

L - dimensiunea fundației ce se opune momentului (m).

$$p_m = \frac{N + G_f}{A_c} \leq p_{tr.} \quad (14.12)$$

în care:

N - forța axială la baza stâlpului (N);

G_f - ($0,1-0,15$) N ;

A_c - suprafața de contact (m^2);

p_{tr} - capacitatea portantă de calcul a terenului de fundare funcție de clasa de importanță a construcției și categorii de teren de fundare.

Presiunile efective trebuie să satisfacă condițiile:

$$p_1 \leq \alpha \cdot p_{tr.} \quad (14.13)$$

α - coeficient funcție de natura încărcărilor și de modul de acționare, centric, excentric după o direcție sau două.

$$p_2 > 0 \quad (14.14)$$

Dimensiunile L și B rezultă din următoarele considerații:

$$L/B = n = 1,1 \dots 1,3$$

- dacă există posibilitatea $n=a/b$ (dimensiunile stâlpului), B se determină din relația:

$$B^3 - \frac{1,1 \cdot N_b \cdot B}{n \cdot \alpha \cdot p_{tr}} - \frac{6M_b}{n^2 \cdot \alpha \cdot p_{tr}} = 0 \quad (14.15)$$

în care:

B - lățimea fundației;

N_b - forța axială la baza stâlpului.

α - coeficient funcție de natura încărcărilor și de modul de acțiune centric sau excentric după o direcție sau două;

M_b - momentul încovoietor exterior de la baza stâlpului;

p_{tr} - capacitatea portantă de calcul a terenului de fundare, funcție de clasa de importanță a construcției și categorii de teren de fundare.

Se calculează în continuare (din relația $L/B=n$):

$$L = n \cdot B \quad (14.16)$$

Determinarea dimensiunilor suprafeței de contact pentru solicitări excentrice pe două direcții. Distribuția presiunilor în punctele 1, 2, 3, 4, (fig.14.4) se calculează cu relația:

$$p_{1,2,3,4} = \frac{N + G_f}{A_c} \pm \frac{M_{cx}}{W_x} \pm \frac{M_{cy}}{W_y} \quad (14.17)$$

în care:

N - forța axială la baza stâlpului;

G_f - (0,1- 0,15) N ;

A_c - suprafața de contact;

M_{cx}, M_{cy} - moment încovoietor ce solicită fundația, raportat la axa x și y ;

W_x, W_y - modul de rezistență al suprafeței A_c față de axa x și y .

Condițiile pentru aceste presiuni:

$$p_1 = p_{max.} \leq \alpha \cdot p_{tr.}$$

$$p_4 = p_{min.} > 0 \quad (14.18)$$

$$p_0 = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}{4} < p_{tr.}$$

După calcularea dimensiunilor suprafeței de contact L , B și înălțimea blocului H , se determină unghiul α .

Pentru ca în blocul de fundație din beton simplu eforturile de întindere să nu depășească o anumită limită și fundația să lucreze cu efect rigid e necesar să fie îndeplinită condiția din relația:

$$\operatorname{tg} \alpha > \operatorname{tg} \alpha_{min.} \quad (14.19)$$

$\operatorname{tg} \alpha_{min.}$ - valori funcție de presiunea maximă pe teren și marca betonului.

Valoarea $\operatorname{tg} \alpha$ fiind definită, se trece la completarea formei blocului de fundație:

- pentru $40 \text{ cm} \leq H < 60 \text{ cm}$, blocul de fundație va avea o singură treaptă;

- pentru $H > 60 \text{ cm}$, blocul de fundație va avea 2-3 trepte.

Dimensiunile treptelor trebuie să satisfacă condițiile:

$$h_t \geq 30 \text{ cm}; \quad \frac{h_t}{a_t} \geq \operatorname{tg} \alpha \quad (14.20)$$

$h \geq 15 \dots 20 \text{ cm}$ - pentru fundații obelisc.

Limita de aplicabilitate (fig.14.6). La dimensionarea fundațiilor rigide, când nu este satisfăcută condiția $P_{ef} \leq P_{cr}$, pentru a reduce presiunile transmise, se mărește talpa de fundație și se va respecta, în același timp, condiția de rigiditate $\operatorname{tg} \alpha \geq \operatorname{tg} \alpha_{ad}$. Aceasta va conduce la o creștere a adâncimii fundației, deci a greutateii ei proprii.

Se poate ca sporul de greutate proprie a fundației să fie mai mare decât sporul de capacitate portantă realizat prin lărgirea și adâncirea tălpii fundației.

Deci fundația rigidă are o lățime maximă limită, ce corespunde unei presiuni minime, transmisă la teren. Condiția folosirii soluției de fundare rigidă este $p_{cr} > p_{min.}$

Deci fundația rigidă are o lățime maximă limită:

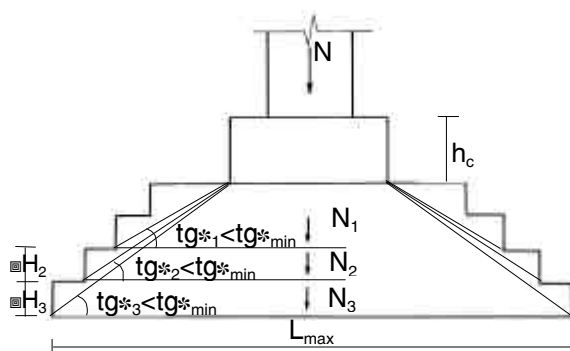


Fig.14.6 Limita de aplicare a fundației rigide

$$L_{\max} = \sqrt[3]{\frac{4N}{\gamma_m \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\min}}} \quad (14.21)$$

$L_{\max}$ - lățimea maximă limită a fundației rigide;

N - forța axială la baza stâlpului;

γ_m - greutatea volumetrică medie a betonului și pământului aflat desupra fundației $\gamma_m = 2000 \text{ daN/m}^3$;

$\operatorname{tg} \alpha_{\min}$ - valorile sunt în funcție de presiunea maximă pe teren și marca betonului.

Dacă rezultă o lățime a blocului de fundație mai mare ca $L_{\max}$, fundația rigidă nu poate fi realizată, impunându-se un alt tip de fundație.

Calculul cuzinetului. Dimensiunile în plan ale cuzinetului rezultă din $\operatorname{tg} \beta$ care este impus (fig.14. 4).

$$\begin{aligned} l_c &= L - 2H \cdot \operatorname{tg} \beta \\ b_c &= B - 2H \cdot \operatorname{tg} \beta \end{aligned} \quad (14.22)$$

Lungimea și lățimea cuzinetului trebuie să satisfacă următoarele condiții din considerente economice:

$$\frac{l_c}{L} = \frac{b_c}{B} = 0,55 \dots 0,65 \quad \text{- pentru bloc cu}$$

o singură treaptă;

$$\frac{l_c}{L} = \frac{b_c}{B} = 0,4 \dots 0,5 \quad \text{- pentru bloc cu}$$

2-3 trepte.

Se calculează mărimea:

$$a_c = \frac{l_c - a}{2} \quad (14.23)$$

Înălțimea cuzinetului se consideră astfel ca să fie îndeplinite condițiile:

$$h_c \geq 30 \text{ cm}; \quad \frac{h_c}{b_c} \geq 0,25 \quad (14.24)$$

$$\operatorname{tg} \beta: \frac{h_c}{b_c} \geq 1,0$$

Verificarea la strivire a suprafeței de contact a cuzinetului cu blocul de beton simplu la fundații cu presiuni pe teren peste 3 daN/cm^2 se realizează cu relația:

$$p_1 \leq k_e R_c \quad (14.25)$$

$$\text{în care: } k_e = \sqrt[3]{\frac{A_b}{A_c}} \leq 2$$

p_1 - presiunea maximă pe suprafața de contact a cuzinetului cu blocul din beton simplu;

R_c - rezistența la compresiune a betonului;

$$A_b = (l_c + 2a_t)(b_c + 2b_t) \quad (14.26)$$

$$A_c = l_c \cdot b_c$$

Armarea cuzinetului se realizează la partea inferioară, cu bare de rezistență dispuse pe direcțiile b_c și l_c (fig.14. 4).

Armătura va prelua solicitările din încovoire date de presiunea la

contactul între cuzinet și blocul de beton simplu al fundației.

Momentele încovoietoare se stabilesc după metoda trapezelor (fig.14.4):

$$p_{1,2} = \frac{N}{A_c} \left(1 \pm \frac{6e_o}{l_c}\right) \quad (14.27)$$

$$p_m = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (14.28)$$

$$p_1 = p_{\max} < R_c \quad (14.29)$$

M_x - se calculează cu prismul de presiuni aferent suprafeței s_1 față de secțiunea b-b;

M_y - se calculează cu prismul de presiuni aferent suprafeței s_2 față de secțiunea a-a;

Momentele încovoietoare M_x și M_y stabilesc ariile de armătură A_{fx} și A_{fy} din secțiunea $b_c + h_{oc}$ și $l_c + h_{oc}$.

Dacă din calcul au rezultat procente de armare mai mici decât procentul minim de armare, se va adopta $p_{\min} = 0,05\%$.

Ancorarea cuzinetului (fig.14.4) de blocul din beton simplu se realizează în cazul când forța N acționează pe cuzinet cu o excentricitate ce depășește limita sâmburelui central.

În cazul zonei active este necesar ca:

$$A_{\text{activ}} \geq 70\%(b_c \cdot l_c) \quad (14.30)$$

În acest caz, volumul presiunilor de întindere rezultat va fi preluat de armături ancorate în betonul simplu. Lungimea minimă de ancorare este 30d - 40 d.

14.3. FUNDAȚII ELASTICE

În cazul sarcinilor mari sau când se impune o adâncime de fundare mică, depășindu-se limita de aplicabilitate a fundațiilor rigide, trebuie adoptată fundația elastică.

Fundația elastică este alcătuită din beton armat. Armătura din aceste fundații va prelua eforturile de întindere din încovoiere.

Fundațiile elastice se clasifică, după modul de realizare constructivă, în :

- fundații continue sub ziduri;
- fundații izolate sub stâlpi;
- fundații continue sub șiruri de stâlpi;
- fundații pe rețele de grinzi încrucișate;
- radiere.

Fundații continue sub ziduri

Fundațiile elastice se vor proiecta sub ziduri în cazul când rezultă lățimi mari pentru fundațiile rigide.

Folosirea fundațiilor elastice, din beton armat, va conduce la micșorarea lățimii de fundare și a cotei de fundare.

Armătura fundației elastice se pozează pe un strat de egalizare de

5-10 cm grosime din beton simplu.

Forma fundației continue elastice poate fi dreptunghiulară la lățimi mici și cu fețele superioare teșite la lățimi mari. Această ultimă formă este mai rațională, dar mai greu de executat (fig.14.7).

Fundație continuă elastică

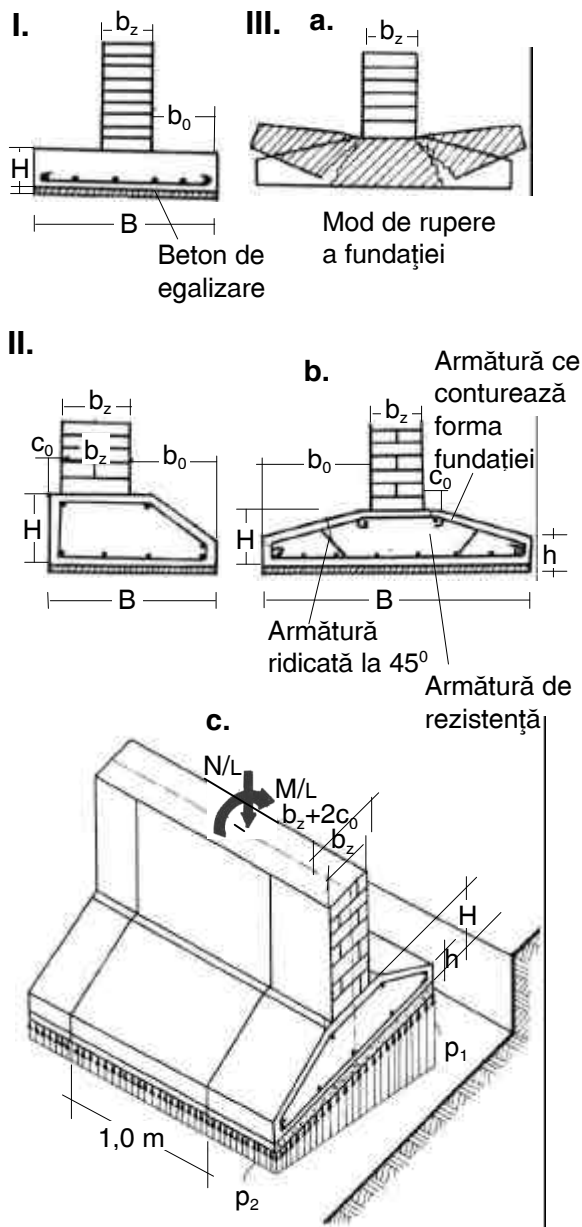


Fig.14.7. Fundație continuă elastică sub ziduri. Fundație prismatică (I.). Fundație excentrică (II.). Fundație centrică tip obelisc (III.) a. Mod de rupere a fundației elastice de lățime mare și înălțime mică. b. Armare c. Distribuția presiunilor reactive.

Pentru a asigura rigiditatea fundației, avem o înălțime minimă constructivă a acesteia.

La partea superioară a fundației, în dreptul zidului se prevede o lățire cu 5-10 cm, care permite corectarea, la trasare a zidului, a eventualelor erori de trasare a fundației.

Armătura de rezistență a tălpii fundației se pozează transversal (fig.14.7).

Armătura de repartiție se prevede în lungul tălpii, constructiv, datorită rigidității sporite ce se obține din conlucrarea fundației cu zidul.

Armăturile constructive se pozează și la partea superioară a fundației, pentru a respecta profilul fundației proiectate la turnarea betonului.

Armăturile înclinate se vor prevedea în cazul apariției eforturilor unitare principale de întindere.

Fundațiile elastice continue sub ziduri au, față de cele rigide, un consum ridicat de oțel beton.

În cazul execuției fundațiilor elastice continue în teren înclinat, pentru a limita terasamentele și volumul fundațiilor, se va folosi forma de tălpi în gradene succesive.

Armăturile în gradene vor fi astfel dispuse, încât să se evite degradarea muchiilor. Se recomandă a se executa o legătură între gradene cu ajutorul etrierilor.

Fundații izolate sub stâlpi

Aceste fundații elastice se execută din beton armat, având marca betonului corespunzătoare cu cea a stâlpului încastrat în această fundație (fig.14.8).

Comparativ cu fundațiile rigide, se reduce consumul de beton, respectiv de ciment, și volumul de săpătură.

Datorită bunei încastrări ce se realizează între stâlp și fundație, acest tip de fundații e recomandat în cazul stâlpilor ce transmit momente încovoietoare importante.

Fundațiile izolate pot avea formă: paralelipipedică în trepte, obelisc, și treaptă și obelisc (fig.14.8).

Fundația sub formă de obelisc este mai des folosită de către proiectanți.

La această fundație, se va prevedea o banchetă orizontală în jurul bazei stâlpului, de lățime 5-10 cm, necesară corectării erorilor de la trasarea fundației și pentru o bună rezemare.

Înălțimea fundației se va alege astfel, încât să se asigure o rigiditate necesară transmiterii în bune condițiuni a sarcinii stâlpului la terenul de fundare.

Fundațiile elastice, pentru stâlpii turnați monolit, se proiectează atunci când nu se pot folosi fundațiile rigide izolate, în cazul terenului de fundare cu capacitate portantă redusă și atunci când, prin folosirea lor, se pot evita lucrările sub nivelul apelor subterane.

Materialul utilizat este betonul armat. În funcție de așezarea reciprocă stâlp-fundație, se disting trei tipuri de fundații izolate elastice (fig.14.8):

- centrice față de stâlpi;
- excentrice în raport cu stâlpii;
- dezvoltate numai de o parte a stâlpului.

Calculul fundațiilor elastice izolate

Fundații izolate elastice centrice față de stâlpi. Aria suprafeței de contact (A_c) se determină în funcție de felul și intensitatea solicitării:

- pentru încărcări axiale $A_c = B^2 = L^2$ pătrată;
- pentru încărcări excentrice $A_c = L \cdot B$ - dreptunghiulară, raportul laturilor $n = L/B$ se recomandă pentru $M_{L1} > M_{L2}$ să fie $n_1 > n_2$ și anume $n = 1, 2 \dots 1, 5$.

M_L - momentul încovoietor exterior, față de axa principală centrală perpendiculară pe direcția B, ce acționează după direcția L.

Pentru $A_c \leq 1,0 \text{ m}^2$ se adoptă fundație prismatică (fig.14.8).

Pentru $A_c > 1,0 \text{ m}^2$ se adoptă fundație obelisc (fig. 14.8).

Aria suprafeței de contact se stabilește cu ajutorul relației:

$$p_{1,2} = \frac{1,1 \cdot N}{A_c} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{L} \right) \quad (14.31)$$

cu respectarea condiției $p_{ef} \leq \alpha p_{tr}$

Fundațiile izolate elastice excentrice, după două direcții, au lățimea B determinată cu relația:

$$B^3 - \frac{1,1N}{\alpha \cdot n \cdot p_{tr}} B - \frac{12M_B}{\alpha \cdot n \cdot p_{tr}} = 0 \quad (14.32)$$

în care:

$$n = \frac{L}{B} = \frac{M_L}{M_B}$$

Fundație elastică sub stâlpi

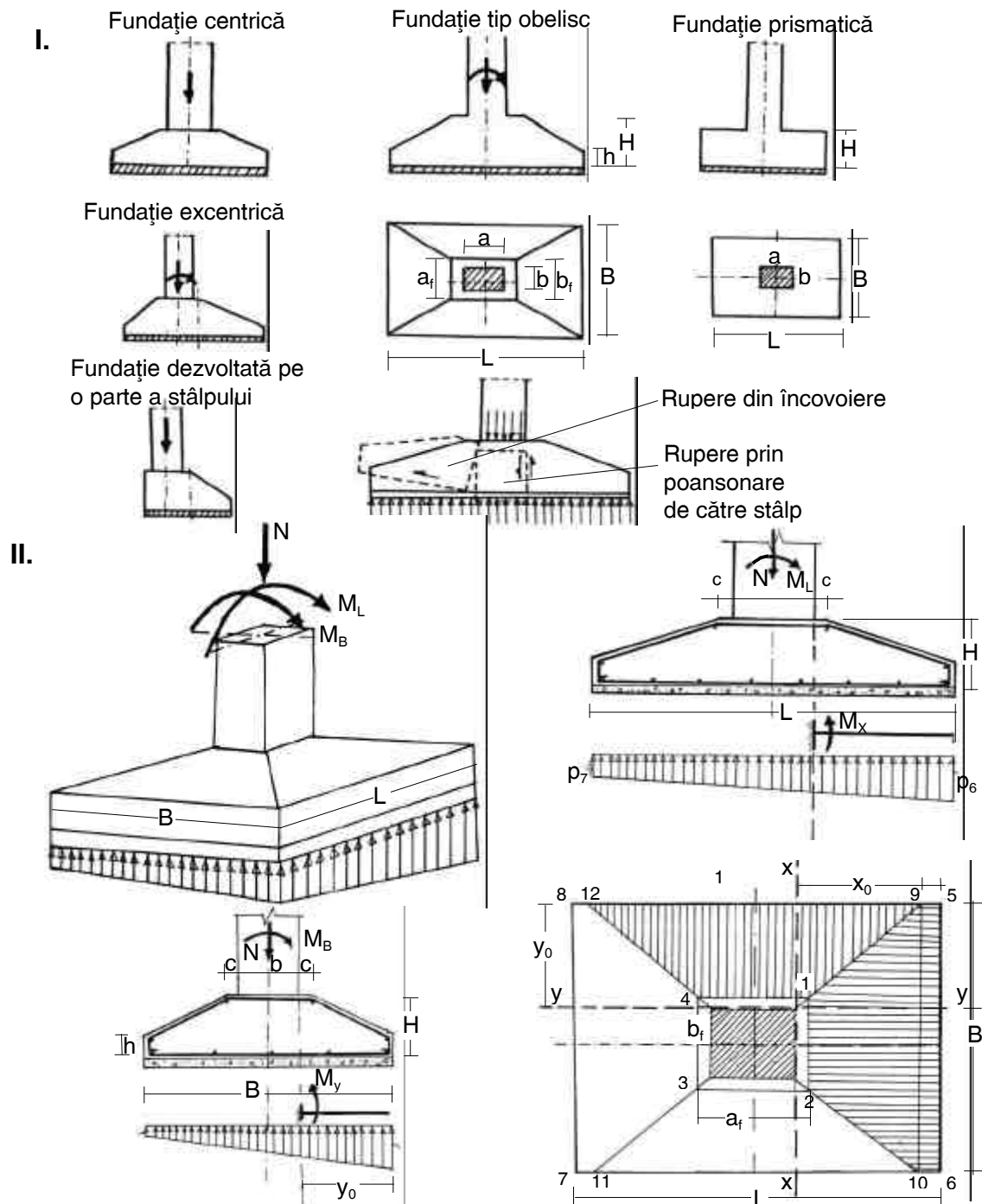


Fig. 14.8 Fundație elastică sub stâlpi. Tipuri de fundație funcție de așezare reciprocă stâlpi-fundație.(I.) Fundație acționată de momente după două direcții.(II.)

M_B - momentul încovoietor exterior față de axa principală centrală perpendiculară pe direcția L, ce acționează după direcția B.

Date constructive de dimensionare pentru fundația elastică în formă de obelisc:

$$c = (2,5 \dots 5) \text{ cm}; a_f = a + 2c; b_f = b + 2c$$

Respectarea raportului H/L, funcție de p_{tr} și marca betonului, simplifică proiectarea, nefiind necesar un calcul la forță tăietoare și prevederea armăturilor înclinate la 45° , realizând și o repartiție bună a presiunilor pe teren.

Dacă $H/L = 0,25 \dots 0,35$, se asigură consum minim de armătură.

Înălțimea fundației H (ce asigură rigiditatea la încovoiere a elementului) se consideră:

- pentru fundația prismatică:

$$H_{\min} = 30 \text{ cm}; H_{\text{recom}} = 30; 35; 40 \text{ cm}$$

- pentru fundația obelisc:

$$H_{\min} > 40 \text{ cm}; h = \left(\frac{1}{2} \dots \frac{1}{3}\right) H \geq 20 \text{ cm}$$

Calculul fundațiilor elastice acționate de două momente exterioare (M_L și M_B) sunt date de prismul de presiuni reactive după L și B. Aceste momente trebuie să fie preluate de secțiunile de beton armat (după x-x și y-y) H.B și H.L.

Presiunile în colțurile suprafeței de contact se calculează cu relația:

$$p_{5,6,7,8} = \frac{N}{L \cdot B} \pm \frac{6M_B}{L \cdot B^2} \pm \frac{6M_L}{L^2 \cdot B} \quad (14.33)$$

Calculul momentelor M_x și M_y ce determină armarea fundației se realizează pe console trapezoidale, încastrate în stâlp (rezultate în urma împărțirii suprafeței A_c cu drepte la 45°

duse din colțurile stâlpului) și încărcate cu prismul de presiuni aferente acestor suprafețe.

Calculul acestor momente se poate face cu relațiile de mai jos:

$$p_1 > p_2 \rightarrow M_x = \alpha \beta p_1 L^3 \quad (14.34)$$

$$M_y = \frac{p_{\text{med}} B^3}{\eta} \quad (14.35)$$

$$p_1 = p_2 = p \rightarrow M_x = \frac{p L^3}{\lambda} \quad (14.36)$$

$$M_y = \frac{p B^3}{\eta} \quad (14.37)$$

în care:

$$\lambda = f\left(\frac{B}{L}, \frac{a}{L}, \frac{b}{B}\right) \quad \eta = f\left(\frac{B}{L}, \frac{a}{L}, \frac{b}{B}\right) \quad (14.38)$$

$$\alpha = f\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \quad \beta = f\left(\frac{B}{L}, \frac{a}{L}, \frac{b}{B}\right)$$

Armarea fundației elastice izolate se realizează în funcție de M_x și M_y , în secțiunile HB_{oc} și LH_{oc} și se determină armătura paralelă cu direcția x-x (ce se repartizează uniform pe latura B) și armătura paralelă cu direcția y-y (ce se repartizează pe intervalul a+2%).

Armătura de la partea superioară a obeliscului, pentru adâncimi mari de fundare, se verifică la momentul dat de umplutura de pământ de deasupra fundației.

Dacă înălțimea H este suficient de mare, nu sunt necesare armături înclinate, astfel betonul poate prelua eforturile unitare principale de întindere.

Armătura de rezistență se pozează la partea inferioară a fundației sub forma unui grătar de bare. Armătura constructivă se va monta la partea

superioară a fundației, care dă forma fundației pentru turnarea betonului.

Fundații continue sub șiruri de stâlpi

Fundațiile sub formă de tălpi continue, din beton armat, se folosesc în următoarele situații:

- când fundațiile izolate alăturate sunt prea apropiate;
- când este necesară o rigidizare la nivelul fundațiilor, datorită compresibilității mari a terenului;
- când fundațiile izolate sunt împiedicate, de o construcție existentă, a fi evazate;
- când se evită fundațiile izolate excentrice, la stâlpii de la calcan.

Aceste tălpi continue (fig.14.9) au formă de T întors.

Secțiunea este alcătuită din grinda propriu-zisă, cu secțiune dreptunghiulară, și placa de bază, dezvoltată simetric față de grindă.

Datorită sarcinilor importante înălțimea grinzilor este mare ($1/3-1/6$ din distanța dintre stâlpi).

Din cauza înălțimii mari a grinzilor, barele înclinate se ridică și la unghiuri de 60° , în loc de 45° .

Grinda de fundație propriu-zisă are armătura de rezistență, în sens longitudinal, alcătuită din bare drepte și înclinate.

La stâlpii de dimensiuni mari, pentru a evita o lățime mare a grinzii de fundație, ea se desparte în două grinzi gemene.

Talpa de fundație (placa de bază) are armătura de rezistență în sens transversal, iar armătura de repartiție în sens longitudinal. În unele cazuri, în funcție de deschiderea grinzii între stâlpi, se poate lua înălțimea plăcii de bază egală cu cea a grinzii propriu-zise.

Fundațiile continue sub șiruri de stâlpi încep să se toarne pe un strat de egalizare de beton simplu de 5-10 cm grosime, pe care se montează armătura.

Calculul simplificat al fundațiilor continue sub șiruri de stâlpi se va realiza considerând: grinzile longitudinale încărcate de jos cu presiunile reactive, și de sus cu sarcinile stâlpilor, iar plăcile transversale din partea inferioară - încărcate de jos cu presiunile reactive, și de sus cu sarcina liniară transmisă de inima grinzii.

Placa de bază se consideră încastrată în dreptul grinzii și încărcată cu presiunea reactivă distribuită liniar (datorită rigidității mari în raport cu terenul).

Pentru calculul simplificat al grinzii se acceptă distribuția plan-liniară a presiunilor reactive în lungul fundației, bazându-se pe rigiditatea mare a grinzii și pe un teren cu capacitate portantă scăzută. Grinda de fundație se va rezolva prin metoda grinzii continue cu reazeme fixe, care se poate aplica atunci când sarcinile (și distanța între stâlpi) sunt de valori apropiate.

Fundații continue sub șiruri de stâlpi

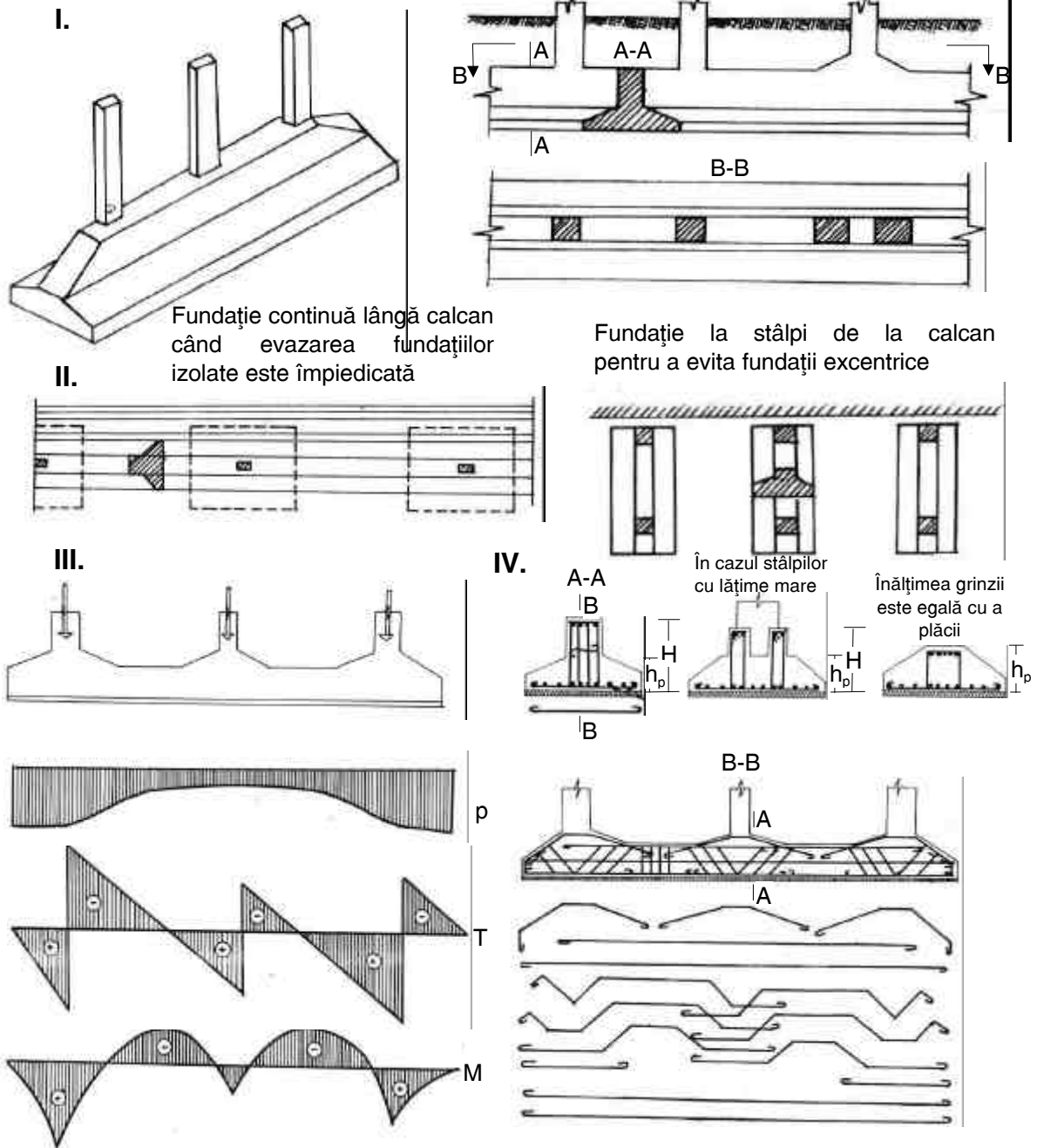


Fig. 14.9 Fundație continuă elastică sub stâlpi. Alcătuire. Proiecție axonometrică. Secțiune transversală, longitudinală. Vedere (I.). Cazuri de utilizare (II.). Diagrame de eforturi (III.). Alcătuire constructivă. Armare. Secțiuni transversale. Secțiune longitudinală (IV.)

Fundațiile din grinzi continue încrucișate

Acest tip de fundații se utilizează în următoarele cazuri:

- la construcțiile etajate cu structura de rezistență pe cadre de beton armat, la care suprafața de fundare a tălpilor după o direcție nu este suficientă;
- în terenuri de fundare cu tasări neuniforme, la care apare necesară rigidizarea construcției pe direcție transversală și longitudinală.

Fundațiile-rețele de grinzi continue încrucișate, pentru calcul, se descompun în tălpi continue separate după cele două direcții.

Încărcarea acestor tălpi de fundație se face după cele două direcții, funcție de raportul deschiderilor între stâlpi.

Fundații radier

Fundațiile-radier se folosesc în mod obișnuit pe terenuri cu capacitate portantă redusă.

În cazul acestor terenuri, presiunile trebuie repartizate pe suprafețe cât mai mari posibil.

Aceste fundații se mai utilizează în pământuri cu tasări neuniforme (zone cu compresibilitate variată), unde rigiditatea fundației poate asigura micșorarea acestor tasări.

În cazul structurilor, care transmit sarcina de la construcție spre teren printr-un număr mare de stâlpi amplasați la distanțe mici între ei, soluția fundației-radier înlătură dificultățile legate de executarea unui

număr mare de săpături independente într-un spațiu relativ restrâns.

Fundația-radier este alcătuită ca un planșeu întors, încărcat cu presiunile reactive și rezemat de stâlpii structurii.

Acest tip de fundații se folosește la construcțiile înalte, care transmit încărcări mari pe suprafețe relativ mici, ca de exemplu : clădiri înalte, silozuri, buncăre, rezervoare.

Fundațiile-radier se execută din beton simplu radiere de greutate sau din beton armat radiere de rezistență.

Radierele de greutate se folosesc ca fundații pentru construcții cu subsoluri și construcții îngropate (rezervoare) situate sub nivelul apelor subterane. În acest caz se realizează, cu fundațiile-radier, cuve etanșe.

Radierul este independent de fundația construcției, fiind separat de aceasta prin rosturi etanșe. Acest tip de fundație (pardoseală de tip greu) nu transmite sarcinile de la construcție la teren.

Radierul de greutate se execută din beton simplu, iar grosimea rezultă din condiția ca greutatea lui să echilibreze sub presiunea apei.

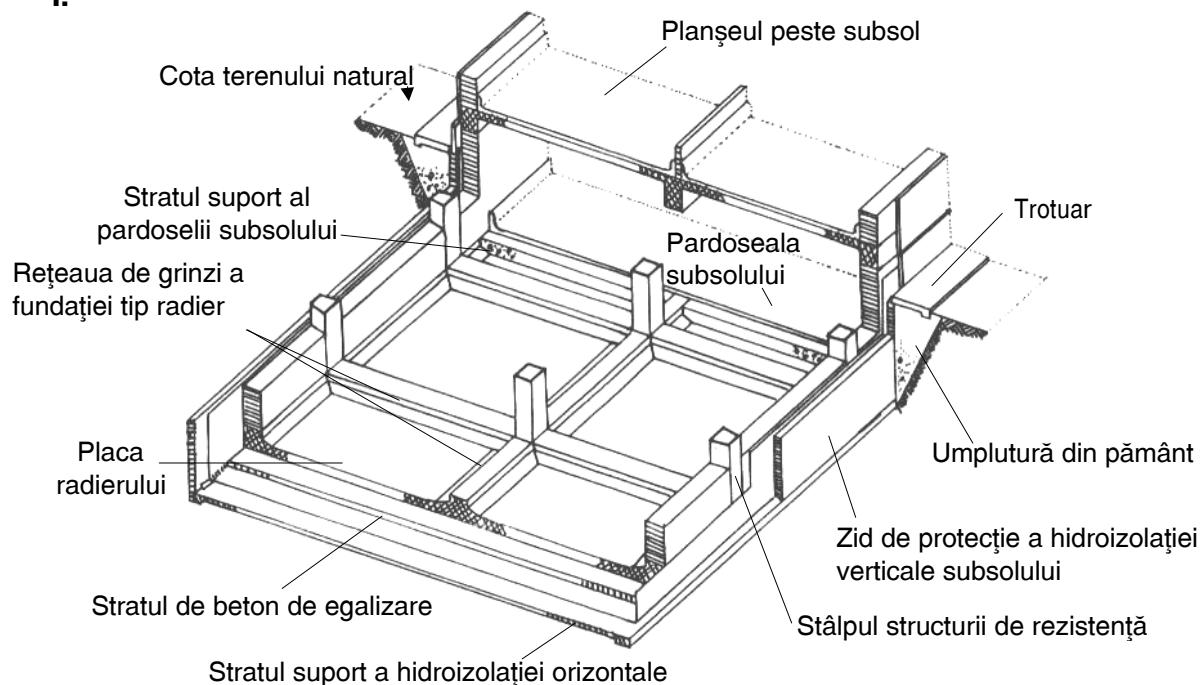
Radiere de rezistență din beton armat care lucrează la încovoiere pot fi (fig.14.10):

- radiere tip placă;
- radiere cu grinzi;
- radiere tip planșee-ciuperci.

Radiere tip placă sunt alcătuite constructiv în mod analog cu plăcile și planșeele obișnuite. Fundația radier

Fundație tip radier general

I.



II.

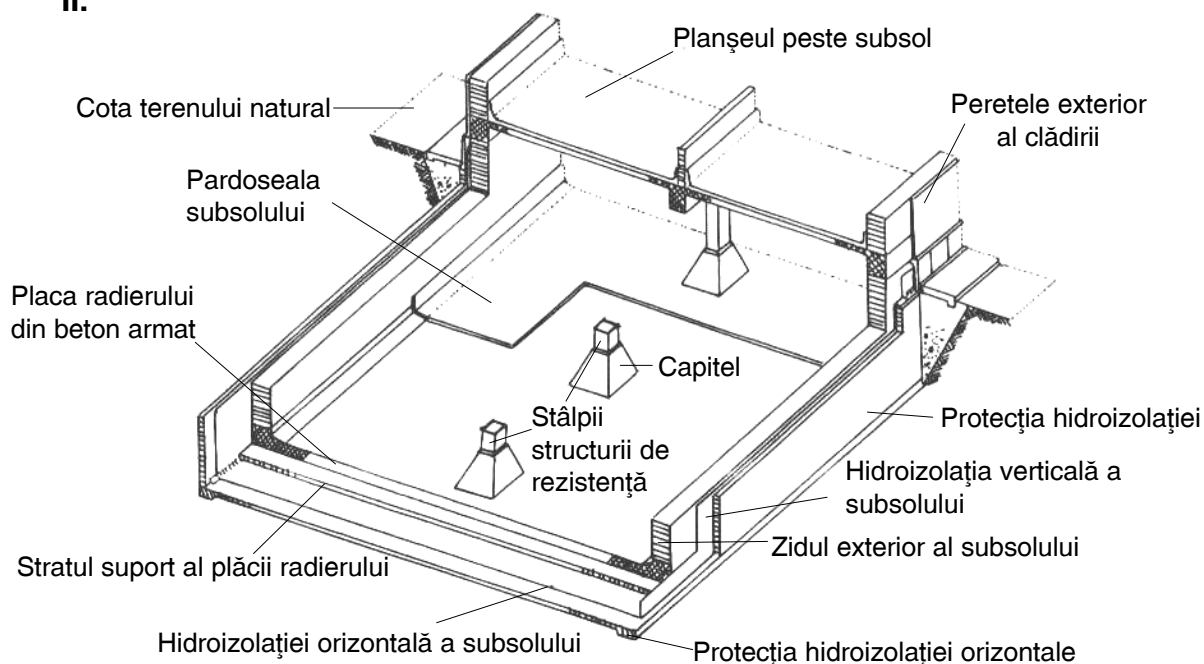
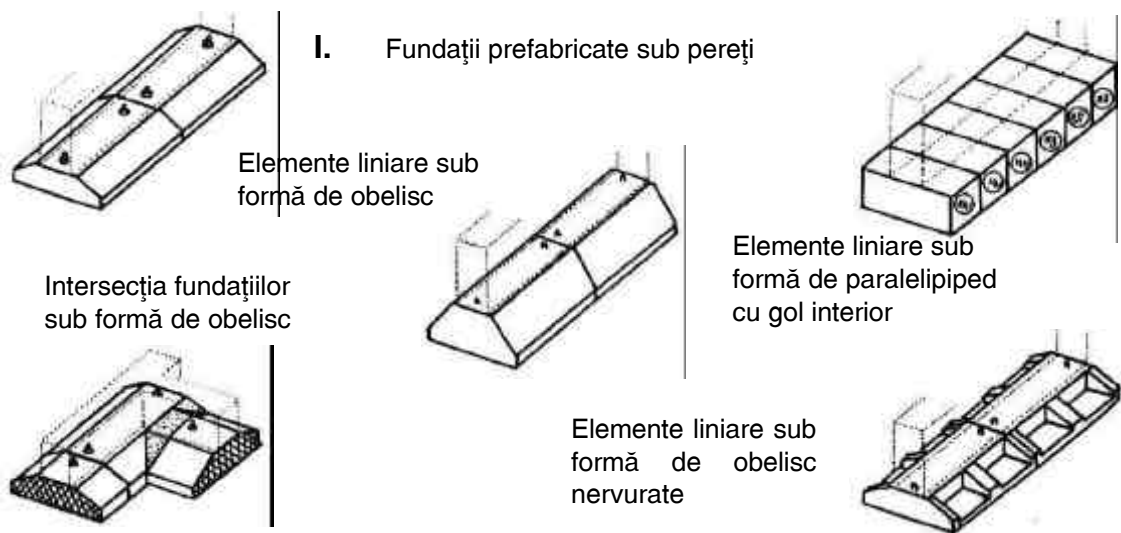
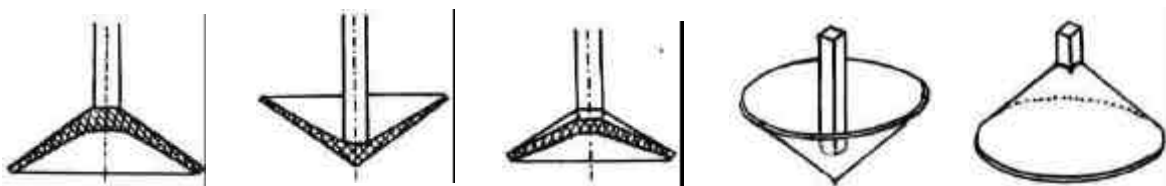


Fig. 14.10 Fundație tip radier general. Fundație radier alcătuită din placă și rețea de grinzi la partea superioară (I.). Fundație radier sub formă de planșeu-ciuperci întors.(II.)

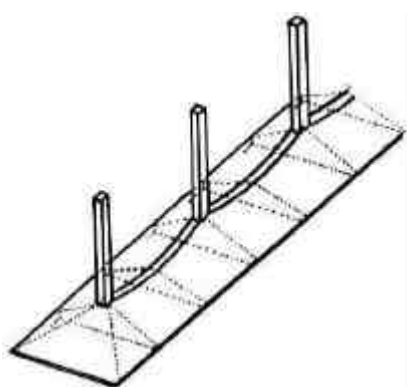
Fundații din elemente prefabricate de beton armat



II. Fundații izolate prefabricate sub stâlpi



III. Fundație continuă din elemente prefabricate sub stâlpi



IV. Fundație tip radier din elemente prefabricate sub șiruri de stâlpi

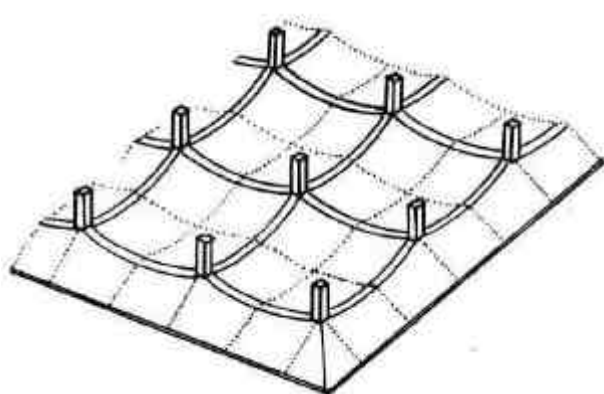


Fig. 14.11 Fundații din elemente prefabricate din beton armat sub pereți (I.), izolate sub stâlpi (II.), continuă sub șiruri de stâlpi (III.) și radier general (IV.)

este formată dintr-o placă cu grosimea de minim 20 cm, pentru asigurarea rigidității.

Reazemele plăcii le constituie zidurile portante, așezate la distanțe de 3-3,5 m. Plăcile sunt armate după direcția scurtă (cea între ziduri) și prezintă vute în dreptul zidurilor, pentru preluarea momentelor încovoietoare.

Radierelor cu grinzi: se folosesc la clădirile cu schelete de rezistență pe cadre. Plăcile (armate după două direcții) sunt rezemate pe o rețea de grinzi principale sau grinzi principale și secundare.

Placa radierului poate fi așezată la partea inferioară a grinzilor. În aceste condiții, se execută bine hidroizolația orizontală, dar se reduce înălțimea utilă a subsolului. La aceste radier cu grinzi întoarse spațiile libere, dintre grinzi și subpardoseala suspendată, pot fi folosite pentru plasarea conductelor instalațiilor.

Radier tip planșeu-ciupercă(fig.14.9) sunt alcătuite dintr-o placă de beton armat de grosime 30-50 cm, iar stâlpii reazemă pe această placă prin intermediul unor capiteluri.

Capitelurile sunt, ca și planșeele-ciupercă, cu o pantă, cu două pante sau cu placă de consolidare. Capitelurile vor repartiza sarcina din stâlpi pe o suprafață mai mare a plăcii.

Acest tip de radier se utilizează la rezervoare îngropate sau la depozite subterane.

Avantajele acestor radier sunt: înălțimea de construcție redusă (30-50 cm); eliminarea cofrajelor pentru grinzi; economie de armătură; ambele fețe ale radierului sunt plane.

Fundatii prefabricate

În vederea micșorării greutateii și timpului de execuție, ceea ce conduce la mărirea productivității, elementele infrastructurii se pot concepe din prefabricate de beton armat.

Fundațiile continue sub ziduri se pot realiza din tălpi prefabricate liniare din elemente sub formă de obelisc, obelisc nervurat sau prismatice, (fig. 14.11.I) cu posibilități de solidarizare cu elementele verticale portante (pereți).

Fundațiile izolate se pot concepe din pânze subțiri de beton armat sub formă de conoizi cu rezemarea stâlpului pe partea exterioară (clopot) sau interioară (fig. 14.11.II).

Prefabricarea fundațiilor continue sub șiruri de stâlpi sau tip radier (fig.14.11.III, IV) se poate realiza din pânze subțiri nervurate din beton armat (elemente de margine, curente) asamblate între ele dar și cu elementele verticale de rezistență (stâlpi).

HIDROIZOLAȚII LA FUNDAȚII ȘI SUBSOLURI

15.1. GENERALITATI

Protecția contra apei din pământ se realizează, la fundații și subsoluri cu ajutorul hidroizolației și al drenurilor.

Hidroizolațiile sunt acele lucrări care asigură clădirilor posibilitatea de oprire a pătrunderii apei.

Apa, subsolurile și fundațiile

Apa acționând sub diverse forme asupra elementelor de construcție, produce efecte nefavorabile (fig.15.1.I):

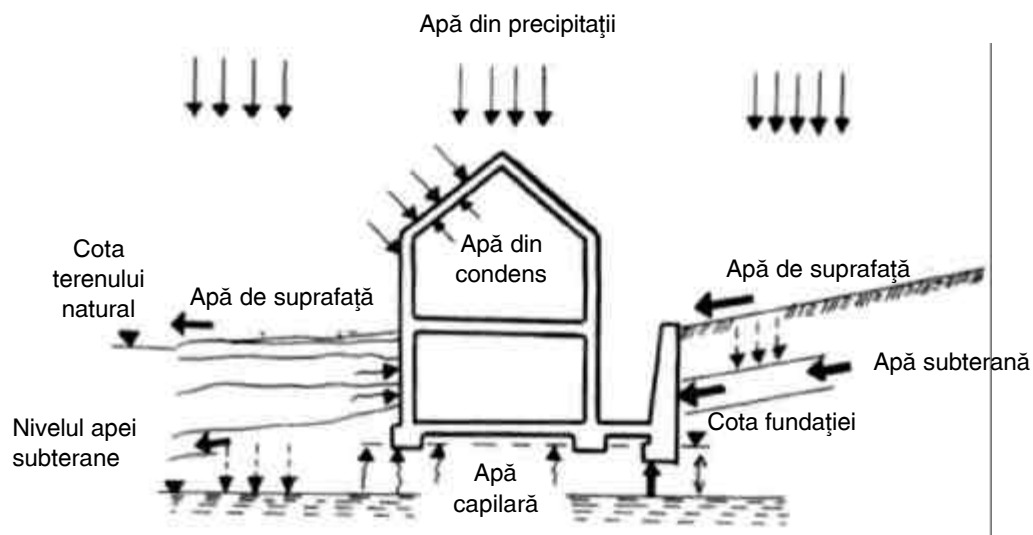
- reduce rezistențele mecanice;
- elementul de construcție umezit este distrus de ciclul îngheț-dezghet;
- are o acțiune dizolvanță, ceea ce mărește porozitatea elementului, conducând la o scădere a rezistenței;

- produce eflorescență, ridicându-se prin absorție capilară și evaporându-se pe suprafața elementelor de construcție.

Apa acționează sub trei forme asupra fundațiilor și subsolurilor clădirilor (fig. 15.1.II):

- umiditatea pământului este constituită din apa reținută în jurul particulelor de pământ, apa din pori și canale capilare;
- apa fără presiune hidrostatică - provine din: precipitațiile atmosferice sau procese tehnologice. Aceste ape de infiltrație se scurg liber pe suprafața elementelor de construcție, fără a crea, în mod practic, o presiune hidrostatică;
- apa cu presiune hidrostatică - e constituită din pânzele de apă subterană sau din apa înmagazinată în bazine, rezervoare și canale.

I. Apa ce acționează asupra unei clădiri



II. Protecția subsolului contra apei din pământ

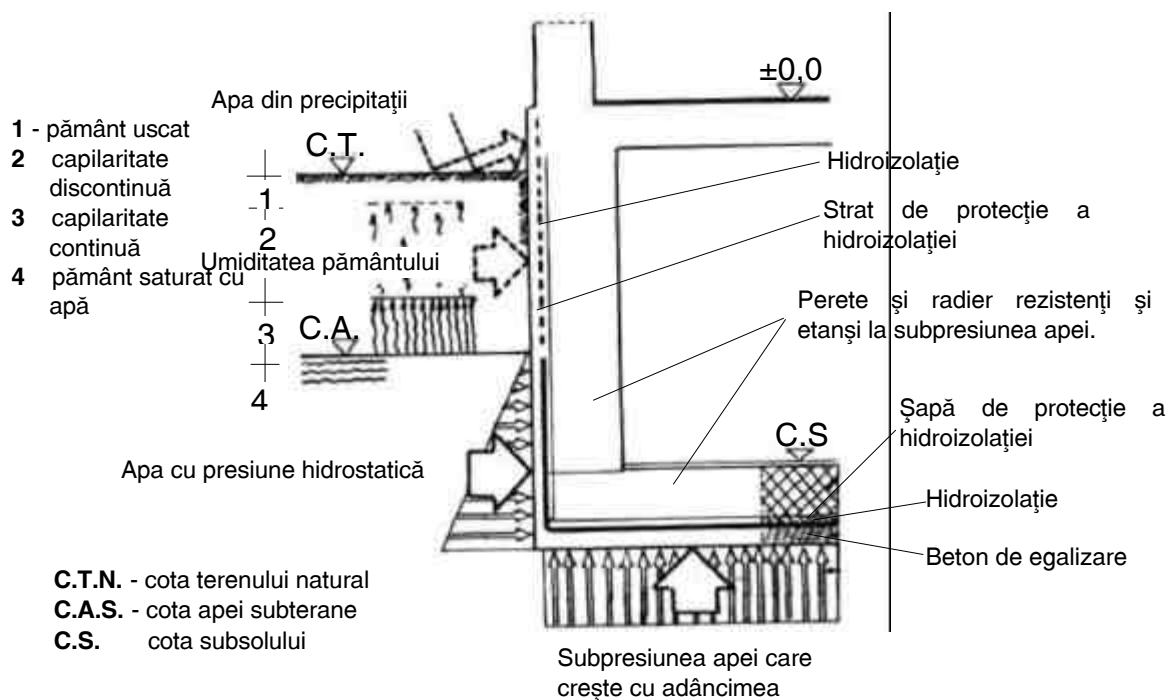


Fig. 15.1 Apa ce acționează asupra infrastructurii și suprastructurii unei clădiri (I.). Protecția subsolului clădirii contra apei din pământ (II.).

În funcție de prezența apei în terenul de fundare, putem distinge patru zone:

- zona apei subterane, în care existența apei are un caracter permanent;
- zona de pământ saturat sau a capilarității continue; în această zonă, imediat deasupra apei subterane, pământul prezintă canale capilare umplute în totalitate cu apă;
- zona capilarității discontinue, în care porii mici din pământ sunt umpluți cu apă, iar cei mari conțin aer;
- zona pământului uscat este aproape de suprafața terenului în ai cărui pori nu există apă.

În proiectare, se va lua în considerare, ca nivel al apelor subterane, nivelul maxim al zonei capilarității continue, care este în corelație cu succesiunea și natura straturilor de pământ.

La concepția clădirilor și în special a fundațiilor, la cele cu sau fără subsol, se va lua în considerare nivelul apei subterane în corelație cu succesiunea și natura straturilor de pământ. Aceasta va conduce la o stabilitate, siguranță și durabilitate a sistemului de fundare a clădirii (fig. 15.2.I).

Nivelul apei subterane va influența concepția hidroizolării infrastructurii (subsol, fundații) clădirilor (fig. 15.2.II).

Clasificarea hidroizolațiilor

Funcție de tipul materialelor utilizate, hidroizolațiile pot fi:

- hidroizolații elastice;

- hidroizolații bitumate executate prin vopsire. Se aplică pe suprafețele drișcuite ale elementelor din beton și tencuieli. Ele pot fi realizate din mastic de bitum topit sau din straturi de mase bitumate reci;

- hidroizolații din straturi multiple bitumate alcătuite din foi bitumate: cartoane, pânze, împâslituri și țesături bitumate lipite de suporturi și având între ele mase bitumate calde sau reci;

- hidroizolații din mase plastice sunt formate din folii de mase plastice polietilenă, P.V.C. lipite cu adezivi pe diferite suporturi;

- hidroizolații rigide. Acest tip de hidroizolație este alcătuit din mai multe straturi de mortar de ciment, cu sau fără aditivi, de grosimi variabile;

- hidroizolații metalice. Se utilizează atunci când presiunea pe suprafața hidroizolației este mai mare de 5 daN/cm², la temperaturi sau vibrații importante. Sunt folosite la clădiri monumentale. Aceste hidroizolații se execută din foi de tablă de oțel, plumb sau cupru, sudate și protejate anticoroziv.

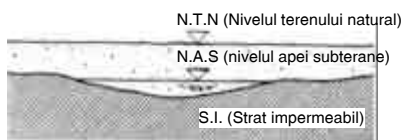
15.2. ALCĂTUIRE CONSTRUCTIVĂ

Izolațiile hidrofuge la fundații sunt alcătuite din mai multe straturi, cu roluri distincte: suportul hidroizolației, hidroizolația propriu-zisă, protecția hidroizolației (fig.15.3).

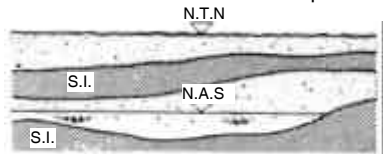
Suportul hidroizolației este alcătuit dintr-o tencuială drișcuită, din mortar de ciment și nisip.

I. Nivelul apei subterane în corelație cu succesiunea și natura straturilor de pământ

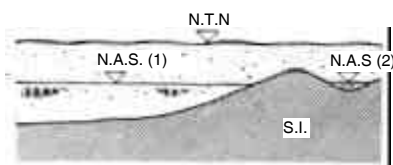
Apa subterană deasupra stratului impermeabil (SI)



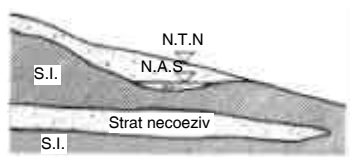
Apa subterană între două straturi impermeabile



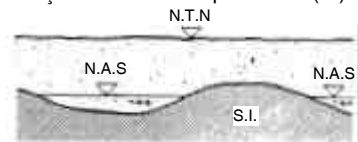
Apa subterană pe suprafață mare (1) sau sub formă de lentilă (2)



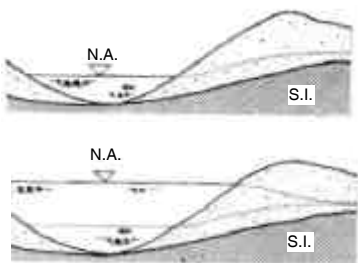
Apa subterană deasupra unui strat impermeabil (SI) străbătut local de un strat necoeziv



Apa subterană localizată în încreșturile stratului impermeabil (SI)

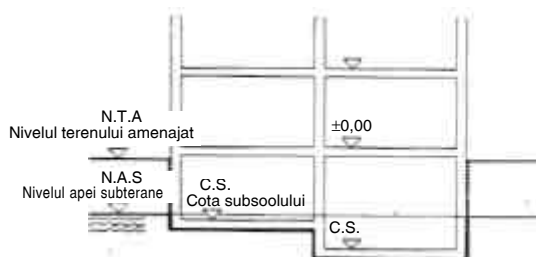


Modificarea nivelului apei subterane

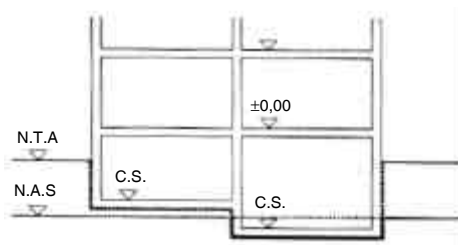


II. Dependența între nivelul apei subterane și hidroizolația infrastructurii clădirii

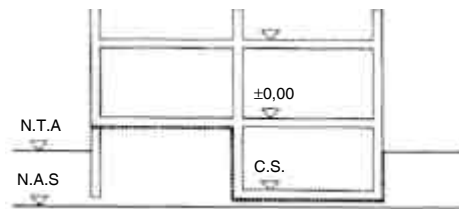
Nivelul apei subterane depășește cota subsolului



Nivelul apei subterane depășește cota subsolului de la porțiunea mai adâncită



Cota subsolului și a fundației este deasupra nivelului apei subterane



Fundațiile de suprafață au cota de fundare deasupra nivelului apei subterane

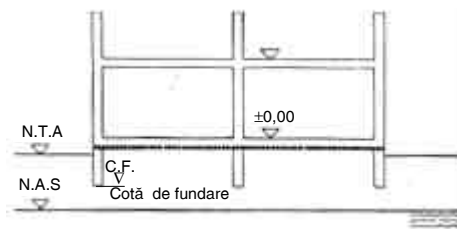


Fig. 15.2 Poziții ale nivelului apei subterane și succesiunea straturilor de pământ (I.). Hidroizolația infrastructurii clădirii funcție de poziția nivelului apei subterane (II.).

Hidroizolația propriu-zisă se alcătuieste funcție de materialele și procedeele de execuție prevăzute în proiect.

Protecția hidroizolației are rolul de a asigura izolația în cazul acțiunilor mecanice ce pot apărea în timpul execuției sau exploatarei construcției.

Stratul de protecție poate fi alcătuit: dintr-o tencuială de ciment, dintr-un perete de cărămidă (7,5 sau 12 cm) ori de beton (10-12 cm).

Materiale pentru hidroizolații elastice

Aceste materiale sunt:

- materiale pentru amorsare, etanșare și lipire, aplicate la rece: soluție bitumată, din bitum fierbinte și white-spirit sau suspensie de bitum fierbinte cu var hidratat, pastă care se diluează ușor, cu apă rece;
- materiale pentru etanșare și lipire aplicate la cald. Bitumurile utilizate la noi în țară sunt bitumuri oxidante de petrol și neparafinoase;
- foi bitumate - sunt covoare hidroizolante, livrate în suluri;
- carton bitumat, material cu suport celulozic sau celulozic cu adaus din deșeuri textile;
- pânze bitumate, material cu suport din țesătură cu fire organice sau împâslitură, cusute din fibre de poliesteri;
- împâslituri din fibre de sticlă bitumată;
- țesături din fire de sticlă bitumată, material cu suport de pânză țesută din fire răsucite de fibre de sticlă;

- folii de P.V.C. (policlorură de vinil), care se aplică prin sudură și/sau lipire cu adezivi, la rezervoare, bazine;
- folii de polietilenă, care se prezintă sub formă de masă sidefoasă, în cazul folosirii la hidroizolație, se amestecă cu negru de fum.

Materiale pentru hidroizolații rigide

Aceste materiale sunt:

- cimenturile care se utilizează la lucrările ce se află permanent în apă (bazine, rezervoare), sunt: ciment Portland, ciment maritim, cimenturi pentru betoane la construcții hidrotehnice masive;
- nisipurile folosite trebuie să fie naturale, de carieră sau balastieră și de natură silicioasă;
- aditivi impermeabilizatori se întrebuintează la prepararea mortarelor de ciment cu permeabilitatea redusă (în proporție de 3% din greutatea cimentului).

Execuția hidroizolațiilor

Pregătirea stratului - suport. Rolul stratului-suport: indiferent de hidroizolația care se aplică trebuie să fie rezistent, să nu aibă agregate ce se desprind sau straturi neaderate care se pot coșcovi (fig.15.3).

Hidroizolațiile aplicate prin vopsire trebuie să aibă suprafețe continue și netede, cu scafe și muchii rotunjite.

În cazul hidroizolației elastice, stratul suport este constituit dintr-o tencuială din mortar de ciment cu suprafața dritșcuită.

Protecția contra apei a subsolului clădirii

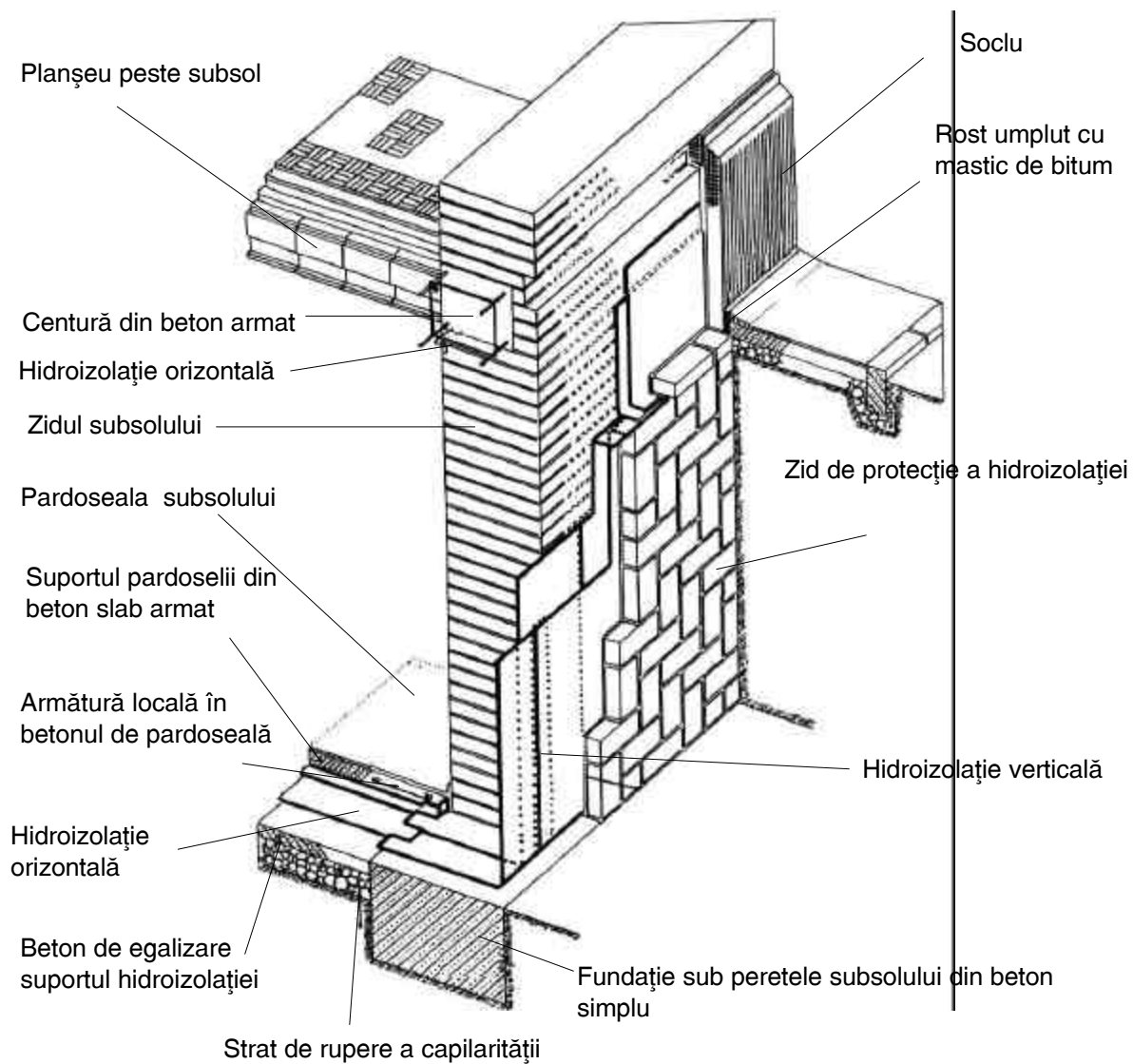


Fig. 15.3 Hidroizolarea peretelui și pardoselii subsolului.

Execuția amorsajului. Stratul-suport uscat se vopsește, prin frecare energetică cu perii înmuiate în bitum. Aplicarea celui de-al doilea strat se face după uscarea primului.

Hidroizolații aplicate prin vopsire. Straturile bitumate de etanșare prin vopsire se aplică după uscarea stratului de amorsaj.

Aplicarea la rece a celor 3 straturi de bitum tăiat se face cu peria, iar la cald, se aplică în două straturi, cu deosebirea că pentru porțiunile unde nu se poate utiliza peria e folosit canciocul.

Hidroizolațiile orizontale și verticale din straturi multiple. Aplicarea foilor bitumate se realizează după uscarea stratului de amorsaj. După derulare și curățare, foile se lasă un timp, pentru a se îndrepta, iar apoi se croiesc după dimensiunile necesare punerii în operă.

Lipirea foilor se face prin derularea succesivă a sulurilor peste un strat de mastic (bitum și filer de calcar) fierbinte, turnat cu canciocul pe toată lățimea sulului. Celelalte straturi se aplică în același fel. Petrecerile straturilor se realizează prin decalarea, cu jumătate de lățime, a foilor bitumate.

În cazul aplicării pe elemente verticale, lipirea începe de la partea inferioară a foilor gata croite. Hidroizolația pe verticală se execută complet, pe tronsoane de 2-3 m.

Hidroizolațiile rigide. Straturile din care sunt alcătuite tencuielile din mortar de ciment sunt: un strat (aplicat prin stropire) din lapte de ciment, trei straturi

succesive din mortar de ciment și un strat de protecție din mortar de ciment sclivisit.

15.3. HIDROIZOLAȚII CONTRA UMIDITĂȚII PĂMÂNTULUI

Hidroizolațiile contra umidității terenului protejează fundațiile contra pătrunderii apei din pământ, prin absorbție capilară.

Fundațiile sunt situate deasupra nivelului apelor subterane și a zonei capilare continue (fig.15.1.II).

Hidroizolațiile contra umidității pământului cuprind: hidroizolația orizontală și verticală la pereți și hidroizolație la pardoseli.

Hidroizolațiile orizontale la pereți. În cazul clădirilor fără subsol se aplică o hidroizolație orizontală continuă (la trecerea de la soclu la zidărie), atât la pereții exteriori, cât și la cei interiori (fig.14.3.I).

Hidroizolația se execută utilizând două straturi de carton asfaltat între straturi de bitum.

La același nivel, cu această hidroizolație, e aplicat stratul cu rol de rupere a capilarității pământului (alcătuit din pietriș sau piatră spartă). Aceasta va împiedica ridicarea apei, prin capilaritate, până la suportul pardoselii. Acest strat se așează peste stratul de umplură de pământ.

Hidroizolația orizontală la pereți trebuie amplasată între fețele extreme ale: stratului de rupere a capilarității și suportul pardoselii, pentru ca, în cazul

unor tasări ale clădirii sau ale stratului de umplutură de sub pardoseală, să nu fie ocolită de umiditatea infiltrată prin capilaritate. Din această cauză, nivelul pardoselii interioare este mai sus decât nivelul soclului.

La clădirile cu subsol, la pereți se aplică hidroizolațiile orizontale, la două nivele diferite (fig.15.3).

Hidroizolația de la nivelul inferior se efectuează între fundații și pereții subsolului, iar cea de la nivelul superior se execută numai la fundații exterioare, fiind amplasat la cel puțin 30 cm peste nivelul trotuarului.

Hidroizolații verticale la pereți. La clădirile fără subsol, protecția soclului se realizează cu hidroizolațiile elastice sau rigide prin tencuieli impermeabile (fig.14.3.I).

Aceste hidroizolații se execută astfel încât să depășească nivelul celei orizontale de la perete și să coboare sub nivelul trotuarului.

Hidroizolația se efectuează după realizarea finisajului fațadei.

Peretele exterior al subsolului se protejează hidrofug pe toată înălțimea, asigurându-se continuitatea cu cele două hidroizolații orizontale (fig.15.3).

Partea de deasupra trotuarului, hidroizolația la soclu, se execută din materiale elastice protejate cu mortare impermeabile.

Hidroizolația sub nivelul trotuarului se face cu materiale elastice, fiind protejată, împotriva deteriorărilor, de un perete din zidărie de cărămidă. Execuția

peretelui de protecție se poate realiza înainte sau după realizarea peretelui subsolului. Alegerea uneia din variante se face funcție de stabilitatea pereților săpăturii. Dacă, spre exemplu, se execută mai întâi peretele de protecție și după aceea peretele de rezistență al subsolului, realizarea hidroizolației verticale are următoarele faze:

- turnarea fundației;
- execuția peretelui de protecție al hidroizolației;
- execuția stratului-suport din mortar de ciment pe peretele de protecție, fundație și scafă de racordare între ele;
- aplicarea hidroizolației verticale pe perete și a celei orizontale pe fundație, în cadrul aceleiași operații;
- execuția peretelui de rezistență până la centura planșeului, peste subsol;
- execuția hidroizolației orizontale superioare;
- continuarea execuției hidroizolației verticale până la 20 cm sub nivelul finit al trotuarului;
- racordarea hidroizolațiilor verticale executate în cele 2 etape.

Hidroizolația pardoselii. Pardoselile se protejează contra umidității pământului în funcție de destinația încăperilor (14.3.I).

La încăperile a căror destinație este puțin influențată de acțiunea umidității, sub stratul-suport al pardoselii se prevede un strat de rupere a capilarității. Peste acest strat, după nivelare și compactare, se așterne un strat de

separare din carton bitumat sau de hârtie groasă de ambalaj.

În cazul încăperilor a căror destinație este influențată de acțiunea umidității, se impune executarea unei hidroizolații elastice sub pardoseală.

Hidroizolația orizontală se realizează din două straturi de carton asfaltat între trei straturi de bitum, așezate pe un strat-suport din beton simplu.

Hidroizolația din pardoseală se racordează cu cea orizontală a peretelui.

Stratul suport al pardoselii se va arma local, de-a lungul pereților, pentru a preveni eventualele fisurări cauzate de tasări.

15.4. HIDROIZOLAȚII CONTRA APELOR DIN PĂMÂNT FĂRĂ PRESIUNE HIDROSTATICĂ

Infiltrația apelor meteorice (din ploi sau din topirea zăpezilor) ori a celor industriale care, în deplasarea lor, se scurg liber pe suprafața elementelor de construcție și nu crează practic o presiune hidrostatică.

Cladirile la care se execută acest tip de hidroizolații sunt: posturile de transformare, casele de pompe, căminele pentru vane, tunelurile, subsolurile clădirilor.

În cazul subsolurilor care pot fi concepute cu iluminare naturală, sub nivelul apei subterane, sau cu iluminare naturală prin curte de lumină realizarea hidroizolațiilor sunt prezentate în figura 15.4 și 15.6.I.

Aceste hidroizolații ale radielor, pereților și planșeelor, situate sub nivelul terenului, se execută în funcție de natura pământului unde este amplasată construcția (fig.15.2.II). Spre exemplu în terenuri cu permeabilitate redusă (argile) unde este posibilă formarea unor zone de apă ce stagnează, hidroizolația se execută din 3 straturi de pânză bitumată și un strat de carton bitumat, între 5 straturi de masă bitumata.

Protecția hidroizolației verticale se realizează cu pereți din zidărie, localizând efectul unor mișcări ale pământului în jurul construcției.

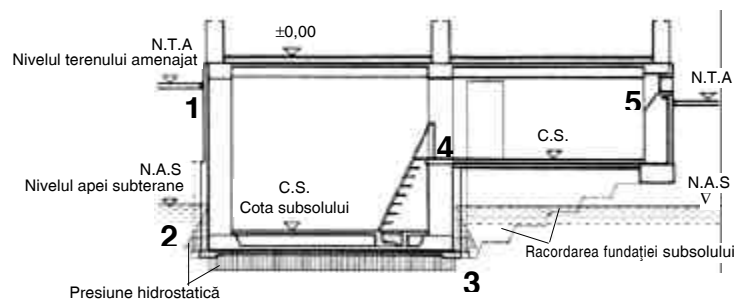
Planșeele construcțiilor subterane vor avea hidroizolația racordată prin suprapunere peste cea verticală a pereților, pe o lățime de 30 cm. Hidroizolația acestor planșee se acoperă cu un strat de protecție din beton slab armat. Stratul de pământ care acoperă aceste planșee subterane trebuie să aibă o grosime minimă, pentru a proteja hidroizolația de acțiunea agenților climatici (îngheț).

15.5. HIDROIZOLAȚII CONTRA APELOR CU PRESIUNE HIDROSTATICĂ

Necesitatea acestui tip de hidroizolații apare la construcții situate sub nivelul apelor subterane, cum ar fi: subsolurile clădirilor, bazine, rezervoare (fig.15.5).

Subpresiunea apei din teren va tinde să ridice construcția, diminuând presiunea exercitată de construcție pe terenul de fundație.

Hidroizolarea subsolului cu iluminare naturală



DETALII

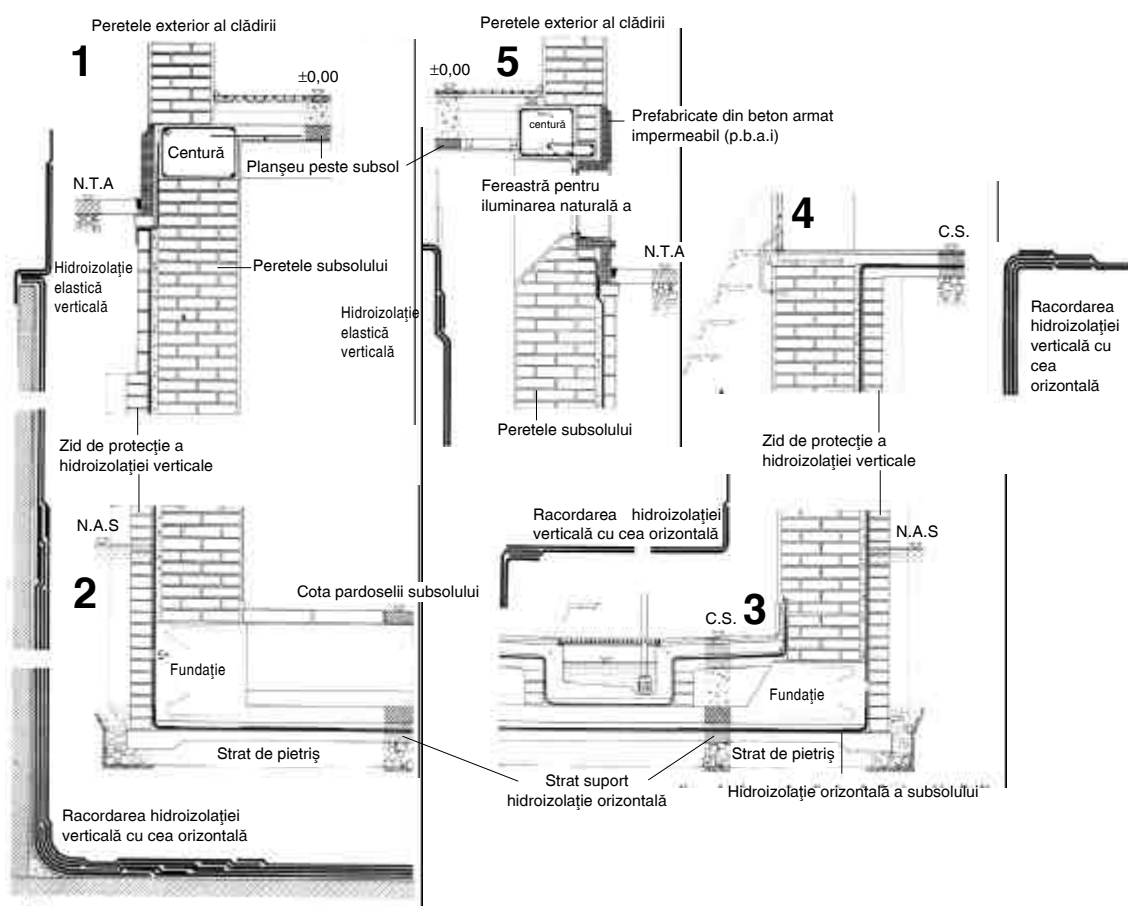
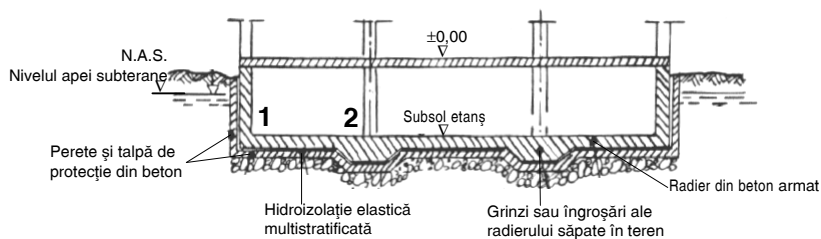
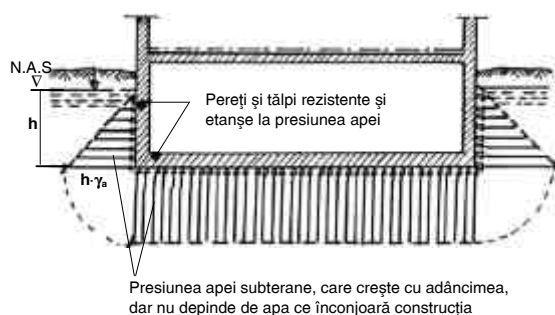


Fig. 15.4 Subsol cu iluminare naturală. Hidroizolarea pereților și pardoselii subsolului cu nivelul apei subterane ridicat. Secțiune transversală și detalii.

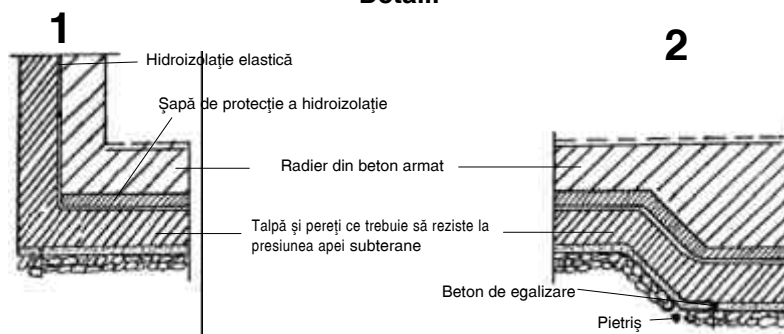
Hidroizolarea fundațiilor contra apelor cu presiune hidrostatică



Schema de încărcare a fundației cu presiunea apei subterane



Detalii



Scheme pentru amplasarea și protejarea hidroizolațiilor contra apei cu presiune hidrostatică



Fig. 15.5 Hidroizolarea fundațiilor tip radier contra apelor cu presiune hidrostatică. Scheme de încărcare. Detalii. Scheme pentru amplasarea și protejarea hidroizolațiilor

Subpresiunea apei crește odată cu adâncimea și nu depinde de volumul de apă ce înconjoară construcția .

Cuva, acest sistem etanș unitar, trebuie să fie asigurat împotriva efectului mecanic al presiunii apelor. Radierul-cuvă trebuie calculat la acțiunea subpresiunii.

Numărul de straturi ale hidroizolației este în funcție de subpresiunea apei.

Acest tip de hidroizolații se aplică ,de obicei, pe fața construcției dinspre care se exercită presiunea hidrostatică.

Funcție de partea elementului de construcție pe care se aplică hidroizolația, se disting următoarele situații (fig.15.5):

- hidroizolații aplicate la exteriorul construcției - în care caz presiunea hidrostatică solicită direct sistemul de rezistență al clădirii;
- hidroizolația aplicată în interiorul construcției, acțiunea apei exercitându-se dinspre exterior către interior în care cuva de protecție a hidroizolației trebuie executată din beton armat și ancorată în sistemul de rezistență al clădirii. Eforturile sunt transmise sistemului de rezistență, prin încastrările cuvei;
- hidroizolația aplicată în interiorul construcției, acțiunea apei exercitându-se dinspre interior către exterior (bazine, rezervoare). Eforturile din presiunea apei sunt transmise sistemului de rezistență prin presarea cuvei.

Contra presiunii hidrostatice se realizează hidroizolații elastice

combinate cu izolații metalice sau mortare impermeabile.

Mortarele impermeabile se vor utiliza, de exemplu, la rezervoarele de beton armat, în cazul când nu se poate asigura presarea minimă a hidroizolației bitumate prin măsuri obișnuite de execuție.

15.6. HIDROIZOLAȚII LA CLĂDIRI EXISTENTE

Problema etanșezării subsolurilor la construcții existente apare datorită ridicării nivelului apelor subterane (fenomen prezent mai des în ultima perioadă, influențat de o serie de condiții, printre care noile construcții).

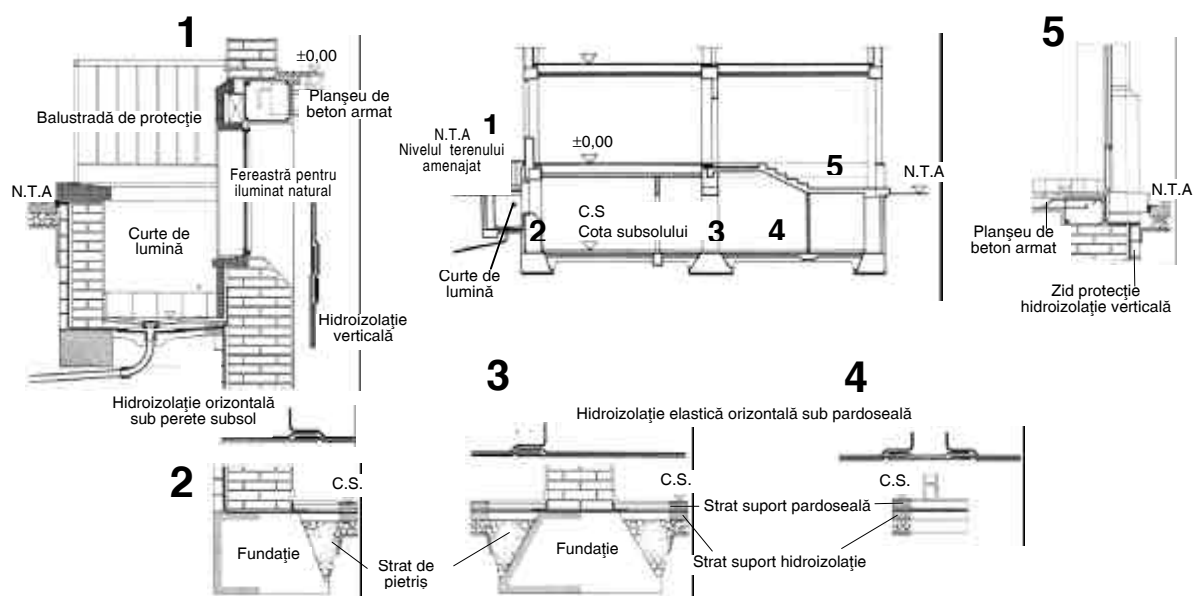
În cazul folosirii unei hidroizolații elastice, este necesară ancorarea ei astfel încât să reziste la acțiunea subpresiunii apei. Ancorarea se realizează printr-o suprabetonare. (apropiat de soluția din fig. 15.5).

În acest strat de beton se pot îngloba corpuri ceramice, care determină creșterea înălțimii dalei.

La construcțiile existente, etanșarea se mai poate realiza cu ajutorul hidroizolațiilor rigide.

Acest lucru se obține prin aplicarea simplă, pe zidăria existentă, a unei cuve (radier și perete) din beton armat, cu adause hidrofuge. Pentru a rezista la subpresiunea apei, cuva se va ancora, prin câteva penetrări, în zidul existent.

I. Subsol cu curte de lumină



II. Protecția contra apei cu ajutorul drenurilor

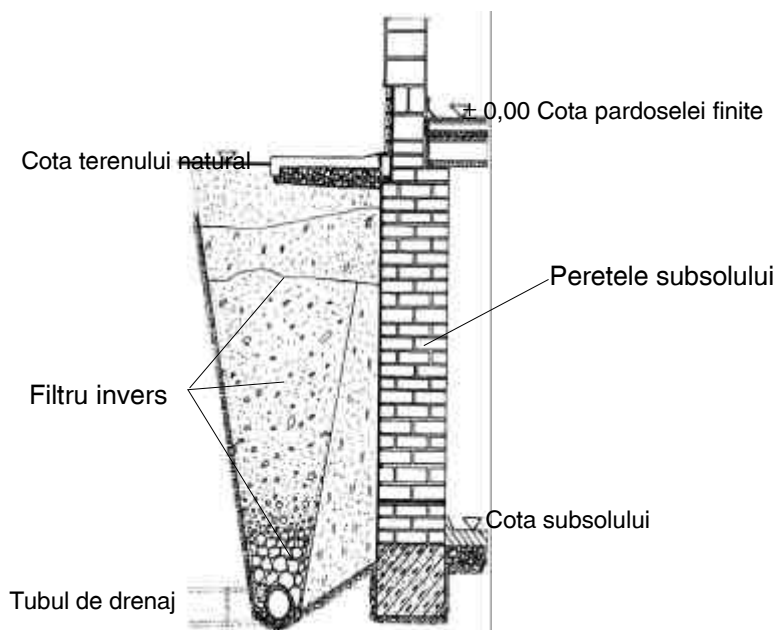


Fig. 15.6 Subsol cu iluminare naturală prin curte de lumină. Detalii de hidroizolare (I). Protecția fundațiilor și subsolului contra apei din pământ cu ajutorul drenului (II.)

15.7.LUCRĂRI DE DRENAJ

Pozarea drenului în pământul de fundație are ca scop: evitarea riscurilor provenite din modificarea naturii terenului datorită pânzelor de apă, menținerea unei umidități constante în fundații și evitarea ridicării apei capilare în pereți (fig.15.6.II).

Diametrul drenului este în funcție de cantitatea de apă ce trebuie captată, iar panta lui trebuie să fie corespunzătoare unei scurgeri fluente (3mm/m).

Drenurile sunt alcătuite din tuburi de ceramică sau beton perforate, așezate cap la cap.

Drenul se pozează la nivelulul tălpii fundației, în terenuri cu umiditate ridicată. Dezavantajul drenului este că mărește volumul terasamentului și necesită cofraj pentru fața tălpii.

După pozarea drenului, el este înconjurat și reacoperit cu straturi de drenaj. Aceste straturi sunt constituite din: filtre inverse având straturile cu diametrele mai mici la suprafață iar cele cu diametrul crescând spre tubul de drenaj. Rambleul este completat cu o

umplutură de pământ.

Pentru a mări eficacitatea drenului, este necesar să se aplice pe fața exterioară a peretelui o izolație hidrofugă rigidă (mortar de ciment, cu adăugare hidrofuge).

În cazul unui teren accidentat și saturat cu apă, folosirea drenajului poate fi eficace dacă se pozează în plan orizontal în jurul construcției, iar pe verticală e amplasat sub radier.

Apele culese prin drenaj sunt evacuate printr-un canal de scurgere sau, după caz, într-un puț pierdut.

Diametrul drenurilor utilizate este de 10-15 cm.

Drenajele, ca și canalizările, sunt în mod egal supuse la subpresiunea apei, așadar, ele trebuie să fie suficient încărcate pentru a nu depăși nivelul apelor subterane.

Dacă se dovedește imposibilă evacuarea apelor de drenaj prin canale de scurgere (când acestea sunt pline sau nivelul e superior drenajului) ori într-un puț pierdut, soluția drenajului devine vătămătoare, trebuind să se renunțe la această variantă.

PEREȚI DIN ZIDĂRIE

16.1. GENERALITĂȚI

Pereții sunt elemente verticale ale construcției, care au rolul de a compartimenta clădirea în interior și de a o închide pe conturul exterior.

Pereții pot avea și rol de preluare a sarcinilor verticale și orizontale ce acționează asupra lor și le transmit în continuare fundațiilor.

Pereții asigură deopotrivă izolarea termică și acustică între încăperile interioare, cât și între interior și exterior.

Pereții interiori au funcțiunea de compartimentare având ca dominantă cerința de izolare acustică, care în clădirile de locuit are exigențe sporite între apartamente, spre casa scării, ascensor.

Pereții exteriori au funcțiunea de scut termic, la gradientul de temperatură (între interior și exterior), de

protecție la zgomotul aerian având în același timp și un important rol de etanșare.

Clasificarea pereților

După rolul care îl au în clădire și modul de transmitere a sarcinilor pereții pot fi (fig. 16.1.I):

- pereți portanți care preiau și transmit la fundații greutatea lor proprie, și încărcări de la alte elemente de construcție (planșee, acoperiș, scări) și celelalte încărcări ce acționează asupra clădirii;

Clădirile alcătuite cu structura de rezistență din ziduri portante transversale, care datorită rigidității mari, se recomandă în zone seismice și cu ziduri portante longitudinale;

- pereți autoportanți de închidere sau compartimentare, dispuși în general pe înălțimea unui etaj preiau numai greutatea lor proprie;

- pereții purtați sunt în general pereți exteriori, prinși (agățați) de structura de rezistență a clădirii (Cap. 20).

Exigente la pereți

Pereții portanți trebuie să prezinte siguranță la acțiunea celei mai defavorabile grupări de încărcări (de exemplu: încărcare permanentă, zăpadă, seism), asigurând evitarea prăbușirii clădirii, a distrugerii pereților sau a legăturii acestora cu structura clădirii.

În vederea asigurării unei exploatare normale a clădirilor, la pereți trebuie evitate apariția unor deteriorări funcționale, referitoare la etanșeitate, aspect, funcționarea tâmplăriei, cauzate de încărcările permanente, zăpadă, variații de temperatură, umiditate, și acțiunea vântului.

Se vor considera și degradările sau avariile locale din acțiunea utilizatorilor.

Pereții trebuie astfel concepuți încât să asigure integritatea și stabilitatea clădirii la incendiu pe o durată de timp ce corespunde limitei de rezistență la foc. Această limită este în funcție de destinația clădirii.

Trebuie asigurată reacția la foc a materialelor utilizate, pentru a limita sau a elimina propagarea gazelor toxice, a fumului.

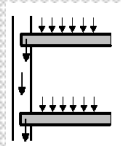
Durabilitatea elementelor componente ale pereților se va asigura prin utilizarea unor materiale de finisaj și pentru

Clasificare zidărie. Blocuri de zidărie.

Avantaje

I.

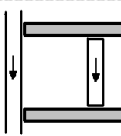
Pereți portanți. • preiau încărcări verticale de la planșee și din greutate proprie și le transmit spre fundații.



- preiau încărcări orizontale din vânt sau seism asigurând stabilitatea clădirii (rol de contravântuire)

- au asigurate legături de continuitate pe verticală și orizontală.

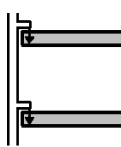
Pereți autoportanți • preiau numai greutate proprie, pe care o transmit prin intermediul structurii de rezistență la infrastructură.



- pot îndeplini funcția de compartimentare sau închidere în clădiri.

- la structurile pe cadre pot avea și rol de contravântuire

Pereți purtați • transmit încărcarea structurii de rezistență (planșee, grinzi etc.)



- se utilizează la interior sau exterior

II.



Fig.16.1 Clasificarea pereților (I.).
Avantajele blocurilor de zidărie(II.)

etanșări, rezistente la agenți climatici (variații de temperatură, umiditate, îngheț-dezgheț, radiații solare, vânt), agenți biologici sau vegetali (ce atacă lemnul prin biodegradare).

Pentru realizarea pereților din zidărie se utilizează cărămizi pline, blocuri ceramice, din argilă arsă, cu goluri verticale sau orizontale, beton celular autoclavizat (cenușă, var, ciment, - întărit prin autoclavizare).

16.2. PEREȚI DIN ZIDĂRIE DE PIATRĂ

Pereții de piatră naturală se utilizează la clădiri, care sunt situate cel mult la 7-8 km față de locul de extracție.

Carierile existente oferă pietre cu caracteristici variate. E necesar ca în fiecare caz să se definească tipul de zidărie cel mai bine adaptat materialului și să se realizeze punerea în operă a acestuia, folosind tehnica pe care o implică.

Deci este absolut necesară cunoașterea proprietăților pietrei de către cei ce concep și execută clădirea. Efectul estetic al pereților din zidărie de piatră oferă interesante posibilități, exploatare de arhitectura actuală. Piatra este folosită atât ca element decorativ cât și ca element portant.

Aspectul zidăriei de piatră depinde pe de o parte de alegerea pietrei, iar pe de altă parte de îndemânarea și ochiul expert al zidarului.

Pietrele folosite pentru fața văzută trebuie să aibă o culoare uniformă, fără eflorescență și pete.

Zidăria din piatră naturală are un domeniu mai restrâns de folosire, datorită faptului că:

- randamentul este redus;
- se manevrează greu și mari;
- necesită grosimi mari, care să suplinească slaba calitate de izolator termic a pietrei.

Particularități. Blocurile de piatră, care se folosesc la pereți, trebuie să fie: negelive, cu greutatea sub 40 kg, pentru a permite manipularea de către un singur om.

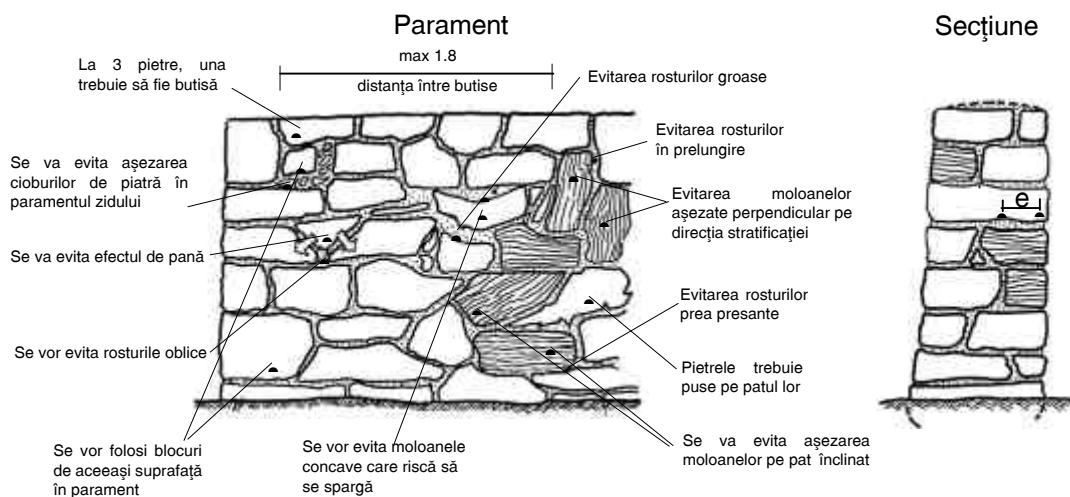
Pietrele vor fi brute, de formă neregulată sau tăiate după aspectul cerut. Piatra brută se prezintă sub diferite forme, care depind de natura pietrei exploatare (de râu, de carieră): blocuri rotunjite sau unghiulare.

Reguli constructive. La așezarea pietrelor în cadru zidăriei, este necesar să se respecte următoarele reguli (fig.16.2):

- stratificația, din carieră, a pietrelor trebuie să fie paralelă cu rosturile orizontale ale zidăriei;
- țeserea pietrelor trebuie să se realizeze atât în parament, cât și în grosime;
- pe nici una dintre fețele zidăriei să nu se întâlnească, într-un punct, mai mult de trei rosturi;
- la cel mult două pietre cu coadă scurtă urmează o piatră cu coadă lungă. (butisă), iar la două pietre cu coada lungă - un curmeziș;

Pereți din zidărie de piatră naturală.

Evidențierea greșelilor ce trebuie evitate în alcătuirea zidăriei de piatră



Tipuri de zidărie de piatră

Zidărie de piatră ciclopiană (pietre de dimensiuni mari)



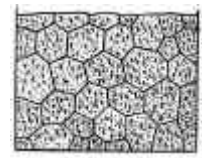
Zidărie de piatră (neregulată) piatră brută uscată



Zidărie de piatră cu asize neregulate (rosturi de grosime constantă)

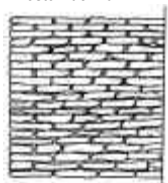


Zidărie de piatră din mozaic (poligonală)

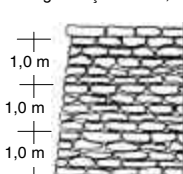


Zidărie de piatră cioplită

Zidărie din dale (8-12 cm) rosturi de 2 cm



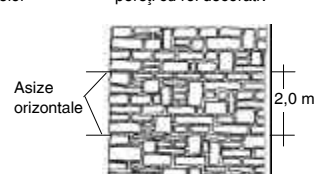
Zidărie din moloane, cu asize neregulate și rosturi 2,5-3,5 cm



Asize paralele și rosturi de 2 cm, iar mortarul de poză este plan, pe 2 / 3 din adâncimea pietrelor

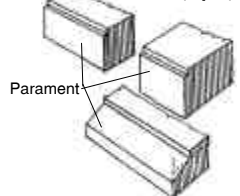


Pietrele sunt dispuse după două axe, cu aspect neregulat. Se utilizează la pereți cu rol decorativ

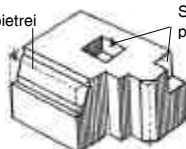


Zidărie de piatră de talie

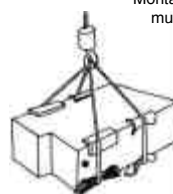
Fiecare piatră este definită în "spațiu" prin cote precise



Forma pietrei brute



Suprafețe prelucrate



Montarea pietrelor de talie. Protejarea muchiilor. Dispozitive de ridicare.

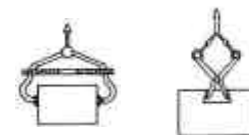


Fig.16. 2 Zidărie de piatră

- pietrele, în cadrul zidăriei cu mortar, vor rezema numai prin intermediul mortarului; golurile rămase între pietre se completează cu spărturi de piatră înglobate în mortar;

- se va evita așezarea cioburilor de piatră în paramentul zidului;

- o piatră din cadrul zidăriei uscate trebuie să reazeme pe două sau mai multe pietre, realizând suprafețe de contact cât mai mari;

- se vor evita rosturile prea presate și cele în prelungire;

- la colțuri și la capete de ziduri, se întrebuințează pietre mai mari și mai regulate, dispuse, eventual, pe înălțimea a două rânduri;

- în permanent se vor folosi, în general, blocuri de piatră de aceeași suprafață;

- se vor evita pietrele concave, care riscă să se spargă.

Zidărie din piatră brută, cu mortar. Piatra de zidărie, înainte de a fi pusă în operă, este curățată de pământ și udată, pentru a nu absorbi apa din mortar (fig. 16.2).

Înainte de turnarea mortarului, pietrele se pozează mai întâi pe uscat pentru a se stabili cea mai bună poziție de legătură cu rândul inferior și o țesere a rosturilor verticale pe cel puțin 10 cm.

Grosimea rosturilor, variabilă la această zidărie, iar spațiile foarte largi trebuie să fie umplute cu spărturi de piatră.

Atunci când rosturile rămân aparente, ele trebuie să fi realizate de o asemenea manieră, încât să ofere o rezistență minimă la scurgerea apei spre partea inferioară a paramentului.

Pentru o legătură bună a zidului de piatră și o uniformizare a transiterii sarcinilor, la fiecare 2 m înălțime, se introduce un rând sau două de pietre regulate, cu rosturi orizontale.

Zidăria din piatră cioplită. Această zidărie se utilizează la fundații, pereți, stâlpi, ziduri de sprijin (fig. 16.2).

Piatra de carieră care se folosește va fi cioplită cu muchii vii, cât mai regulate, iar fețele laterale sunt cioplite la echer, pe o adâncime de 5 cm.

Blocurile de piatră se așează alternativ, cu coadă lungă și cu coadă scurtă, pentru a se realiza o legătură bună a paramentului cu restul zidăriei.

Zidăria din moloane se utilizează la construcțiile unde se urmărește un efect estetic în parament.

Moloanele au paramentul în formă dreptunghiulară, iar fețele laterale sunt lucrate la echer, pe o adâncime de 5 cm.

La zidăria de piatră mozaic, pietrele au fața văzută în formă poligonală. Unghiul ieșind al pietrei superioare se adaptează exact la unghiul intrând format de pietrele din rândul inferior (pe care reazemă).

Zidăria din piatră de talie. Pentru executarea acestei zidării, fiecare piatră este prelucrată conform unui plan trasat

de proiectant sau executant. Deci piatra de talie este trasată, desenată și așezată după indicații precise. Conturul fiecărei pietre se supune legilor stereotomiei, știință derivată a geometriei descriptive (fig. 16.2).

Planurile trebuie să cuprindă: conturul pietrelor din parament, fasonajul fețelor și al muchiilor, profunzimea lor în zid și golul până la care trebuie montate.

Acest tip de zidărie, susceptibil a suporta importante eforturi de compresiune, se folosește în prezent destul de rar, la construcții monumentale sau lucrări de artă.

Prelucrarea pietrei de formă regulată (de obicei paralelipedică), la dimensiunile proiectate, se face la carieră - pentru pietrele dure și pe șantier pentru restul, în vederea evitării riscului deteriorării muchiilor.

La montajul cu mijloace mecanice și în special, la ancorarea pietrelor, trebuie luate măsuri speciale, pentru protecția muchiilor vii și a fețelor vizibile împotriva posibilelor deteriorări.

Zidăria din piatră de talie se realizează în rânduri regulate, cu mortar de ciment.

Pentru a constitui o zidărie rezistentă, pietrele se montează astfel încât să comprime rostul de mortar. Acest procedeu oferă avantajul unei rezistențe maxime, dar realizarea unor aliniamente riguroase este dificilă.

Se obține o pozare mai precisă a aliniamentelor și a nivelelor, prin montarea prealabilă a pietrelor fără mortar, pe pane de lemn. Umplerea ulterioară a rostului cu mortar este dificilă, dar importantă, deoarece gradul de umplere influențează asupra rezistenței la compresiune a zidului.

La ziduri supuse la sarcini foarte mari sau acțiuni dinamice (lucrări hidrotehnice), se pot folosi legături metalice, pentru preluarea eforturilor de întindere. Metalul din care se execută aceste pietre este oțelul pentru roci vulcanice și calcaroase, iar bronzul, alama și oțelul galvanizat pentru marmură. Piese metalice se fixează cu mortar de ciment, în lăcașe special executate în blocurile de piatră.

16.3. PEREȚI DIN ZIDĂRIE DE CĂRĂMIDĂ

Fabricarea cărămizilor. Argila extrasă din carieră este depozitată în aer, pentru realizarea macerării fărămițarea particulelor argilei după care se omogenizează. Din argila macerată, amestecată cu nisip și alte materiale, care îmbunătățesc caracteristicile argilei, împreună cu apa necesară, se obține un amestec. Din acest amestec, introdus în dozatoare automate, iar apoi în instalații de malaxare, va rezulta o pastă argiloasă. Fasonarea cărămizilor se realizează din pasta argiloasă comprimată de un mecanism elicoidal și trecută printr-o filieră având forma cărămizilor. Blocul

continuu din pastă este tăiat automat, la dimensiunile cărămizii. Cărămizile astfel fasonate sunt așezate la uscare (în uscătorii speciale). După deshidratare, argila astfel preparată este arsă în cuptor, la o temperatură de cca 900-1000°C.

Eliminarea totală a apei prin acest tratament cauzează o ultimă contracție, (prima contracție are loc în timpul depozitării argilei în aer liber, când e eliminată o primă parte a apei conținute).

Caracteristicile cărămizilor. Marca produselor ceramice se stabilește pe baza rezistenței medii de rupere la compresiune, determinată pe secțiunea brută a cărămizii, fără scăderea golurilor (fig. 16.1.II).

În cazul cărămizilor cu structură neomogenă după cele două direcții, marca se determină funcție de direcția de încărcare din clădire. De exemplu, la cărămizile cu goluri verticale, încărcarea la rupere se realizează paralel cu golurile.

Criteriile de apreciere a durabilității materialelor ceramice sunt:

- gradul de gelivitate;
- comportare la umiditate;
- rezistența la foc (temperaturi înalte);
- rezistența la agenți chimici agresivi.

Rezistența la ciclurile de îngheț-dezghet la care sunt supuse cărămizile, variind în același timp și intensitatea

umezirii, care este mai mare la cele cu porozitate mai mică.

Gradul de gelivitate depinde de: poziția elementului de construcție care este supus acțiunii directe a apelor meteorice dar și de amplasamentul geografic al clădirii.

Comportarea la umiditate este reliefată de raportul între rezistența cărămizii saturate de apă și rezistența la umiditatea naturală.

Absorția de apă a cărămizilor este aproximativ egală cu porozitatea aparentă.

Rezistența de rupere la compresiune și durabilitatea vor scădea la cărămizile cu absorbție mare de apă.

Altă calitate a produselor ceramice este rezistența la temperaturi înalte și la agenți chimici agresivi.

Greutățile cărămizilor sunt stabilite din condiția obținerii unei productivități maxime în realizarea zidăriei.

Cărămizile au greutate până la 6,5 Kg și sunt puse în operă cu o singură mână, iar cele cu greutatea până la 25 kg, blocuri ceramice, sunt puse în operă cu ajutorul a două mâini (doi zidari pot pune în operă corpuri având o greutate maximă de 50 kg).

Micșorându-se densitatea aparentă medie în stare uscată, va scădea atât rezistența de rupere la compresiune, cât și gradul de gelivitate. În schimb, eficiența termică crește odată cu

scăderea densității cărămidilor sau blocurilor ceramice.

Scăderea densității, care conduce la o mărire a eficienței termice, se obține prin realizarea în blocurile ceramice de găuri verticale sau orizontale.

Cărămizile trebuie să aibă o structură uniformă, cu granulație fină și cu spărtură poroasă.

Cărămizile bine arse, lovite cu ciocanul, dau un sunet clar, aproape metalic.

Calitatea cărămidilor este conferită și de regularitatea formei, lipsa de deformații, știrbituri sau crăpături.

Tipuri de cărămizi. Cărămizile cu găuri verticale au golurile dispuse perpendicular pe fața de așezare a cărămidii. Aceste cărămizi sunt eficiente din punct de vedere termic, folosindu-se la pereți exteriori și în special deasupra terenului. Datorită acestui fapt, zidăria din cărămidă plină cu grosimea 37,5 cm se poate înlocui cu zidărie cu grosime nominală de 30 cm, din cărămizi cu găuri verticale având caracteristici termice corespunzătoare. În acest fel se pot realiza economii la materiale de 15 %. La aceasta se adaugă o importantă reducere a greutateii clădirilor, ca și micșorarea cheltuielilor pentru transport, manipulare și forță de muncă.

Cărămizile cu găuri orizontale au golurile dispuse perpendicular pe latul cărămidii.

Cărămizile găurite cu lambă și uluc sunt prevăzute cu găuri longitudinale și se folosesc la executarea pereților interiori neporanți.

Blocuri ceramice cu goluri verticale se folosesc la pereți exteriori ușori, pereți de umplutură și despărțitori. Înălțimea blocurilor pentru zidărie este un multiplu al cărămidii obișnuite.

Mortarul de legătură, care umple rosturile zidărilor de cărămidă este destinat, în primul rând, asigurării repartiției uniforme a eforturilor pe asize.

Materialele ceramice, folosite la zidării, nefiind riguros plane pot conduce la repartiții inegale de eforturi.

Mortarul asigură în mod egal legătura cărămidilor, asigurând astfel o monolitizare, care se opune deformațiilor.

Mortarul va îmbunătăți rezistența la flambaj, la forfecare și la acțiuni dinamice, a zidăriei de cărămidă.

Micșorarea permeabilității pereților din zidărie la ploaie și vânt se realizează prin umplerea cât mai perfectă, cu mortar, a rosturilor între cărămizi.

Caracteristicile de izolare termică ale mortarului trebuie să fie egale cu ale cărămidilor.

Consistența și dozajul mortarului trebuie să permită punerea optimă în operă, iar pe de altă parte - să ofere o contracție minimă.

Nisipul, care intră în compoziția mortarelor, trebuie să fie curat, spălat, fără măr și impurități organice. Compoziția granulometrică a nisipului, indicată de curbele granulometrice clasice, oferă rezultate bune.

Lianții utilizați la prepararea mortarelor sunt de natură minerală, aerieni sau hidraulici.

Lianții aerieni (care se întăresc numai în aer) utilizați sunt: varul și ipsosul.

Lianții hidraulici utilizați sunt cimentul și varul hydraulic. Aceștia se pot întări atât în aer, cât și în apă. Marca cimentului folosit curent este de 2 ... 5 ori mai mare decât marca mortarului de ciment. Cimentul artificial (Portland, metalurgic, cu tras) oferă o foarte bună rezistență la compresiune și excelente calități hidraulice. În schimb cu dozajul ce limitează contracția se obține un mortar vârtos, puțin lucrabil. Apare necesară folosirea amestecului lianților ciment-var (ultimul ca plastifiant mineral), ce conduce la obținerea unui mortar cu lucrabilitate bună.

Mortarele curent folosite sunt cele amestecate pe bază de: var cu adaos de ciment sau de ciment cu adaos de plastifiant mineral (var).

Mortarele cu dozaj mărit de liant au tendința de a fisura ca urmare a contracției acestuia, iar cele cu dozaj redus de liant au o coeziune redusă, se dezagregă și sunt dificil de prelucrat.

Acceleratorii de priză sunt adaosuri care se folosesc pe timp friguros, pentru a evita înghețarea mortarului înainte de a face priza.

Întârziatorii de priză se adaugă la mortarele de ipsos, pentru a mări timpul de punere în operă.

Apa din compoziția mortarului trebuie să fie curată, fără impurități sau alte produse nocive pentru efectele lianților. Apa de mare, apa distilată și cea conținând substanțe chimice sau organice sunt excluse în cazul preparării mortarelor. Cantitatea de apă adăugată amestecului liant-nisip depinde de umiditatea naturală conținută în nisip. Rezistența maximă a mortarului se obține printr-o cantitate de apă redusă.

Țeserea zidăriei. Modul de realizare a legăturii prin țesere a cărămizilor cu ajutorul mortarului influențează comportarea pereților din zidăria de cărămidă la acțiunea sarcinilor exterioare.

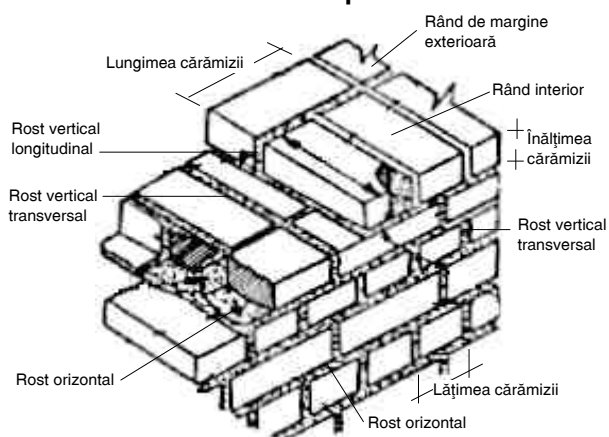
Zidăria de cărămidă se folosește, la alcătuirea pereților portanți care sunt încărcăți cu sarcini verticale (permanente, utile, zăpadă) și orizontale (vânt sau seism).

Rosturile zidăriei de cărămidă, din necesitatea unei rezistențe mărite, trebuie să fie cât mai mici posibile.

Rostul vertical transversal (amplasat în grosimea peretelui) trebuie să fie perpendicular pe paramentul zidului. Acest lucru este necesar pentru a se

Zidărie de cărămidă

Elemente componente



Modalități de execuție a rosturilor verticale

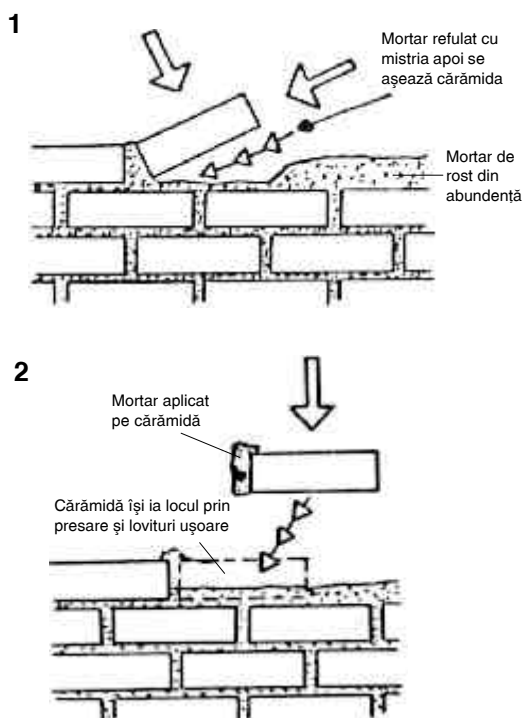


Fig.16.3. Pereți din zidărie de cărămidă. Rosturi. Modalități de execuție a rosturilor verticale

evita dislocarea cărămizilor sub efectul de pană, produs de deformațiile transversale mari ale pereților supuși la flambaj. Rosturile verticale sunt executate atât prin refularea mortarului de asiză (așezat cu mistria), pe latul cărămizii, cât și prin așezarea cărămizii și a mortarului de rost împreună.

Trebuie să se evite umplerea rosturilor prin partea de sus (fig. 16.3). Pentru a împiedica formarea unor stâlpișori izolați în zidărie, este necesar ca unui rost vertical dintr-un rând să-i corespundă un plin în rândul următor - țesere (Cap. 17).

Acești stâlpișori, care apar datorită rosturilor verticale în prelungire, independenți, se deformează transversal sau pot fi distruși prin flambaj. Influența unei defectuoase legături a zidăriei asupra rezistenței sale iese în evidență la solicitări de compresie excentrică (la o distribuție neuniformă a eforturilor în secțiune).

Zidărie cu cărămizi găurite. Pereții din zidărie de cărămidă, funcție de cărămizile utilizate, pot fi: cu goluri verticale, orizontale și cu lambă și uluc (fig. 16.4).

Avantajele zidăriei de cărămidă găurită, comparativ cu cele ale cărămizii pline sunt: reducerea greutății, micșorarea dimensiunilor elementelor de construcție, economii de materiale, creșterea ritmului de execuție, micșorarea consumului de manoperă,

proprietăți superioare de izolare termică, creșterea ariei utile a clădirilor.

La alcătuirea acestor zidării trebuie să se țină seama, în mod obligatoriu, de poziția găurilor în zidărie. Căramizile nu se vor așeza cu golurile la fețele zidăriei și acestea nu se vor umple cu mortar. Măsurile au ca scop păstrarea nealterată a caracteristicilor termoizolatoare ale cărămidzilor găurite, prin faptul că aerul ar circula prin găurile cărămidzilor, de la o față la alta a zidăriei. Această așezare a cărămidzilor face să se evite pătrunderea fațadelor în dreptul golurilor.

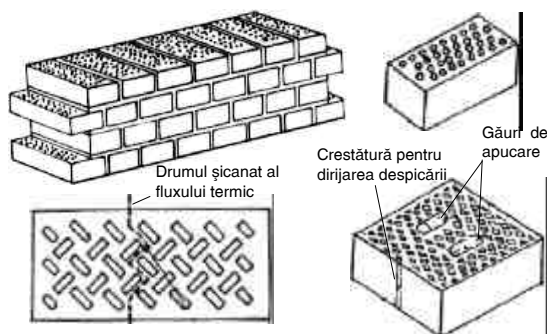
Zidărie cu goluri. În cazul zidăriei cu goluri, prin modul de așezare a cărămidzilor se obțin spații, în grosime și pe înălțimea zidăriei, care pot fi lăsate goale sau umplute cu materiale ușoare de umplutură. Golurile măresc capacitatea de izolare termică și fonică a pereților.

Golurile de aer (în spațiile neumplute) se fracționează prin diafragme, pentru a se evita fenomenul de convecție a căldurii, sporind astfel izolarea termică. Materialele cu care se pot umple golurile (legate sau nu cu liant) sunt: zgură, argilă expadantă, beton ușor.

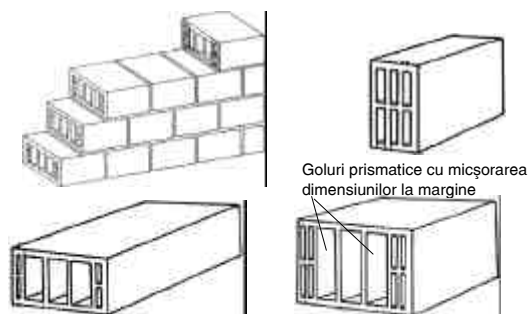
Alte avantaje ale acestui tip de zidărie sunt: reducerea greutateii proprii a pereților (cu 20 %) și economie de material (căramidă, mortar).

În schimb, executarea acestor zidării necesită un consum de forță de muncă cu calificare superioară.

Zidărie din cărămidă cu găuri Căramizi și blocuri ceramice cu găuri verticale



Căramizi și blocuri ceramice cu găuri orizontale



Blocuri ceramice în lambă și uluc

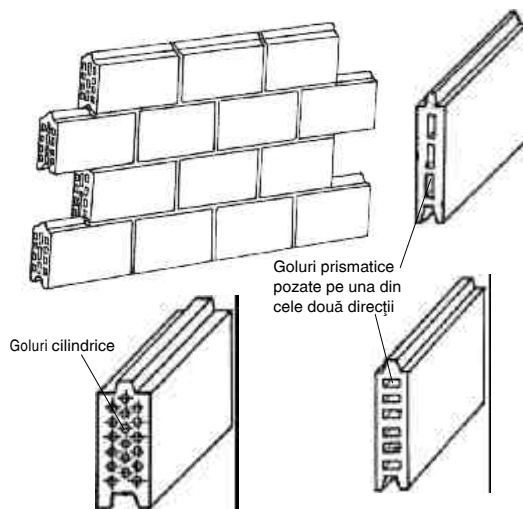


Fig. 16.4. Zidărie de cărămidă alcătuită din cărămizi și blocuri ceramice cu goluri orizontale și verticale

Acest tip de zidărie se utilizează la pereții de umplutură a construcțiilor cu structură din beton armat și cu pereți portanți la clădirile cu parter sau parter și etaj.

Capacitatea de izolare termică și rezistența pereților din zidărie de cărămidă cu goluri se poate mări prin intercalarea unor diafragme, din mortar de ciment armat cu plasă din sârmă, care reazemă în rosturile orizontale ale pereților exteriori.

Colțurile, ramificațiile și intersecțiile se realizează la acest tip de zidărie cu goluri, din zidărie plină de grosimea respectivă.

16.4. PEREȚI DIN ZIDĂRIE ARMATĂ

Zidăria armată este executată din cărămidă plină, având în rosturi o armătură de oțel-beton (fig. 16. 5).

Conlucrarea zidăriei cu armătura va conduce la mărirea capacității portante a pereților și stâlpilor din zidărie armată, la mărirea stabilității clădirilor în zone seismice și la sporirea rezistenței la solicitări dinamice. Funcție de dispunerea armăturilor, zidăria armată poate fi (fig. 16.5):

- zidărie cu armare transversală;
- zidărie cu armare longitudinală.

Zidărie cu armare transversală. Armătura, la aceste zidării, este dispusă în rosturile orizontale.

La pereți, armătura transversală se execută sub formă de: grătare din

sârmă (sau benzi de la ștanțare), bare transversale din oțel-beton, legate sau sudate cu alte bare în lung și bare îndoită în formă de pieptene, legate sau sudate cu bare în lung.

Distanța între două rețele succesive de armătură se pozează la maximum 5 rânduri de cărămizi (fig. 16.5).

Prin armarea transversală se micșorează deformațiile transversale ale mortarului și se mărește rezistența la întindere din încovoiere a cărămizilor, deci armătura așezată în rosturile orizontale va mări rezistența de rupere la compresiune excentrică a zidăriei.

Zidărie cu armare longitudinală. Armătura longitudinală mărește capacitatea portantă și stabilitatea zidurilor de cărămidă (fig. 16.5).

Acest tip de zidărie se va folosi: atunci când sarcina se aplică excentric (cu excentricitate mare), când elementele de construcție sunt supuse vibrațiilor sau când clădirile sunt amplasate în zone seismice.

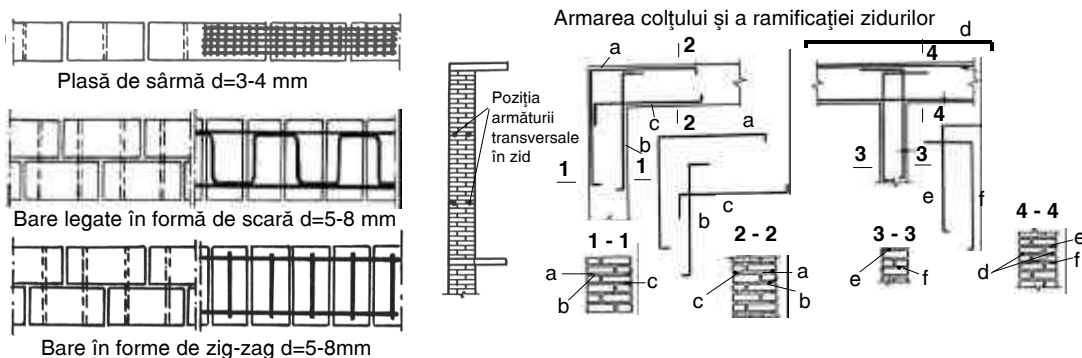
Armătura longitudinală este capabilă să preia eforturi de compresiune și de întindere din elementele de zidărie supuse la încovoiere și întindere.

Barele verticale sunt legate cu etrieri pozați în rosturi orizontale.

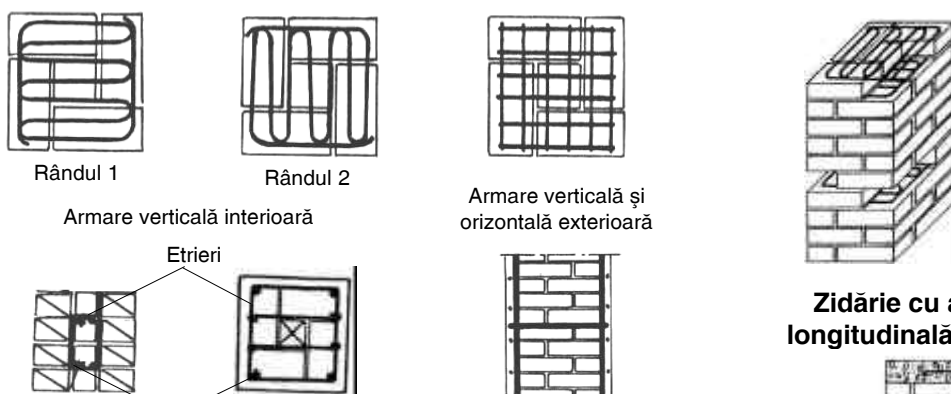
Armarea longitudinală se poate realiza interior sau exterior față de zidărie.

Armătura longitudinală este pozată la partea exterioară a peretelui de zidărie,

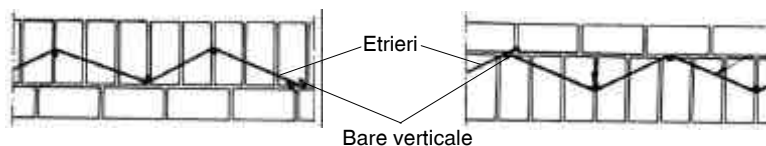
Zidărie de cărămidă armată Perete de zidărie armat orizontal



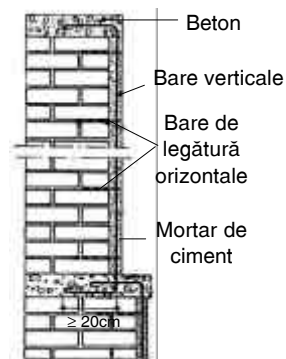
Armarea stâlpilor din zidărie cu armătură sub formă de grătar



Armare verticală a unui perete din zidărie de cărămidă



Zidărie cu armătură longitudinală la exterior



Armarea pereților neportanți din zidărie

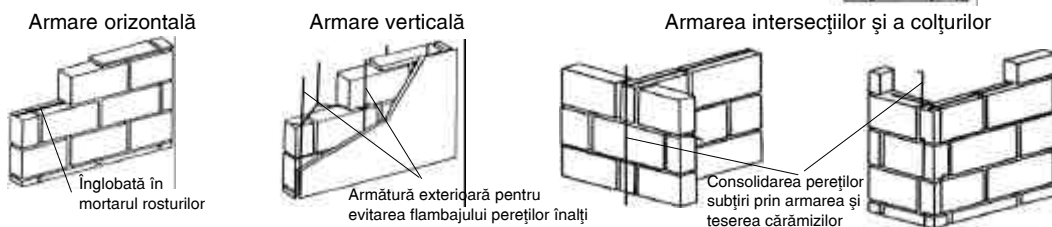


Fig. 16.5 Zidărie de cărămidă armată. Armătură transversală și longitudinală. Armare interioară și exterioră. Armare pereți portanți și neportanți. Armare stâlpi.

fiind protejată de un strat de mortar. Grosimea acestui strat de mortar variază între 2...3 cm, funcție de mediul uscat sau umed în care se află elementul de construcție.

Barele verticale întinse se încastrează în centurile de beton armat. Barele verticale sunt legate între ele cu etrieri. Barele orizontale se ancorează în rosturile zidăriei. Se recomandă ca barele verticale și orizontale să se pozeze în șanțuri special prevăzute în zidărie.

Armarea longitudinală interioară se utilizează atunci când apare necesară protecția armăturii contra temperaturilor mari (coșuri de fum) sau a mediului agresiv.

Dezavantajul acestei armări este execuția dificilă și incompleta folosire a acesteia. Barele verticale de oțel-beton se pozează în rosturi mai mari cu 5 mm decât diametrul barei. Etrierii așezați în rosturile orizontale vor lega barele verticale.

16.5. PEREȚI DIN ZIDĂRIE MIXTĂ

Zidăria mixtă e rezultată din combinarea a două sau mai multe materiale de construcție, în scopul obținerii unor caracteristici superioare, ca: rezistență mecanică, izolare termică, aspect estetic.

Zidăria mixtă, în funcție de materialele ce intră în alcătuirea ei poate fi (fig. 16.6):

- zidărie mixtă din piatră și beton;
- zidărie mixtă din cărămidă și beton;
- zidărie mixtă din cărămidă și piatră;
- zidărie mixtă din cărămidă, piatră și beton.

Zidărie mixtă din piatră și beton. Cele două materiale componente sunt dispuse la fețele zidăriei. Piatra utilizată poate fi brută, cioplită sau lucrată. Blocurile de piatră se pozează alternativ, în lungimea și în lățimea zidăriei, pentru crearea unei legături mai strânse cu betonul.

Betonul plastic se toarnă în straturi succesive de 40 cm.

În zonele cu piatră locală de construcții, datorită simplității de execuție se utilizează frecvent acest tip de zidărie la subsolurile clădirilor.

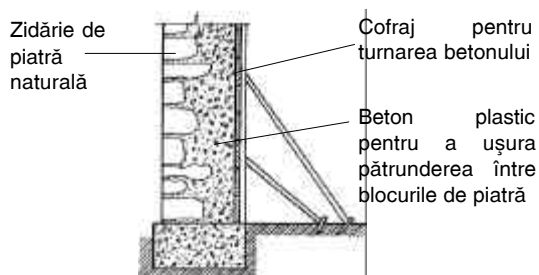
Zidărie mixtă din cărămidă și beton. Zidăria folosită este de 1/2 din cărămidă.

Legătura între cele două materiale se realizează prin cărămizi așezate transversal, la fiecare al 4-lea rând, la distanță de 1,0 m una față de alta, pe orizontală.

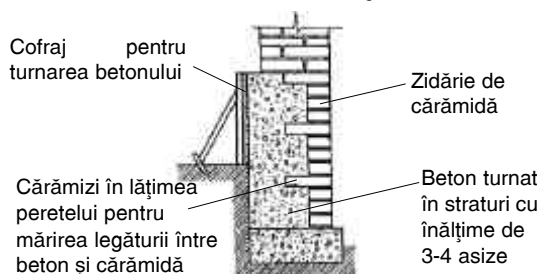
Betonul se toarnă în straturi succesive. Zidăria de cărămidă îndeplinește rolul de cofraj pe latura respectivă.

Folosirea acestui tip de zidărie mixtă la subsoluri va dirija pozarea zidului de cărămidă la interior, din considerente de izolare termică.

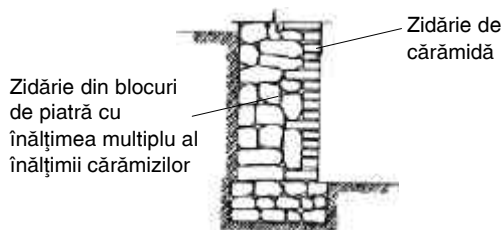
Pereți din zidărie mixtă Zidărie din piatră și beton



Zidărie din cărămidă și beton



Zidărie din cărămidă și piatră



Zidărie din cărămidă, piatră și beton

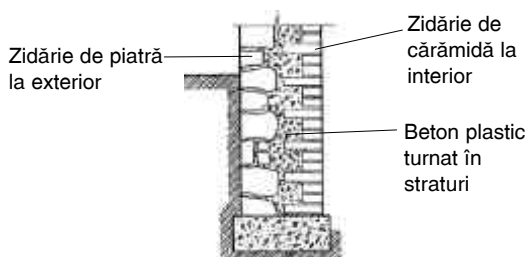


Fig. 16.6. Pereți de zidărie mixtă din două sau trei materiale

Zidărie mixtă din cărămidă și piatră.

Blocurile de piatră utilizate la această zidărie au înălțimi egale cu multiplii înălțimii cărămizii, ceea ce favorizează o bună legătură a celor două materiale componente. În cazul utilizării pietrei brute, la fiecare 1,0 m înălțime se prevăd câte 2 rânduri de cărămidă, pe întreaga grosime a zidăriei mixte. În alcătuirea acestei zidării, se vor evita rosturile verticale în prelungire.

Zidăria mixtă de acest tip este folosită îndeosebi la socluri de clădiri, pereți de subsol, unde căptușirea interioară cu cărămidă are menirea de a asigura un confort termic superior și posibilități avantajoase de finisare

Zidărie mixtă din cărămidă, piatră și beton. Fețele zidăriei sunt căptușite cu cărămidă - spre interior și piatră - spre exterior.

Betonul care realizează legătura între cele două ziduri cu rol de cofraj se toarnă în straturi succesive de 40 cm. Utilizarea acestei zidării mixte se practică în regiunile cu piatră locală.

16. 6. IZOLAREA TERMICĂ A PEREȚILOR DE ZIDĂRIE

Structura cărămizilor va influența conductivitatea termică a pereților. Forma, dimensiunile, numărul și poziția găurilor pot influența sau nu proprietatea de izolare termică a corpurilor ceramice.

Pentru a fi eficiente din punct de vedere termic, găurile trebuie să fie cât mai înguste, sub formă de fante și așezate perpendicular pe fluxul termic.

În cazul golurilor mari, rezistența termică nu se mărește, ci se obține numai o micșorare a densității aparente.

Disponerea șicanată a golurilor va mări drumul parcurs de fluxul termic prin partea solidă, evitând formarea punților termice.

Conductivitatea termică a cărămidilor este strâns legată de umiditatea lor, pentru că aerul din porii deschiși este înlocuit cu apa, care are o conductivitate termică de 50 ori mai mare.

Izolarea termică se obține cu materiale poroase și cu densitatea aparentă redusă. Ca materiale pentru zidărie se vor utiliza cărămidile găurite.

Zidăria de cărămidă cu care se obțin pereți omogeni are o rezistență uniformă la permeabilitatea termică și la vaporii. Condesările de vaporii din masa zidăriei de cărămidă sunt absorbite și transportate, prin capilaritate, spre fețele exterioare, unde se elimină prin evaporare (respirația zidăriei).

Dacă pereții omogeni din zidărie de cărămidă sunt dimensionați din punct de vedere termic având o rezistență insuficientă în vederea realizării unei economii de combustibil pentru încălzire în timpul exploatării, este necesar aplicarea unui strat termoizolator suplimentar.

Stratul termoizolator suplimentar se pozează la exteriorul peretelui anvelopei. Grosimea acestui strat determină rezistența termică și influențează substanțial economia de combustibil pentru încălzirea clădirii în timpul exploatării.

Din anumite considerente acest strat suplimentar se poate aplica la fața interioară a peretelui. În acest caz, va fi favorizată apariția unei zone de condens la interior. Pentru remedierea acestei situații este necesar ca: stratul termoizolator să fie distanțat de perete, iar interspațiul de aer să fie ventilat prin orificii cu suprafețe optime, folosindu-se aerul din încăperea.

Condensul în interiorul zidăriei poate apărea și datorită utilizării placajului ceramic (sau alt material de finisaj impermeabil), de la fața exterioară a pereților, care lucrează ca o barieră contra vaporilor. Placarea se face pentru a proteja peretele de umezire de la apele din precipitații, cât și din considerente estetice. Umezeala (la limita între placajul ceramic și zid), provenită din condens și supusă la cicluri îngheț-dezgheț va conduce la dislocarea plăcilor. Acest neajuns se poate corecta prin distanțarea stratului exterior cu permeabilitate redusă la vaporii și ventilarea interspațiului de aer format prin pozarea de orificii spre aerul exterior. Această ventilație de aer prin interspațiul prevăzut va prelua umiditatea din condens și o va scoate în aerul exterior.

La clădirile cu pereți din zidărie de cărămidă, care au umiditatea interioară relativ mai mare decât 60 %, se recomandă aplicarea la fața interioară a unui strat de vopsea sau un tapet din foi de polimeri, cu rol de barieră de vaporii.

Termoizolația pereților din zidărie de cărămidă se realizează cu:

- strat median termoizolator;
- plăci termoizolante la interior sau exterior.

Pereții cu strat median termoizolator, sunt alcătuiți din 2 straturi de zidărie de cărămidă legate cu agrafe (sau plase metalice zincate), protejate anticoreziv, între care se introduce materialul termoizolator: în vrac, (zgură, deșeuri ceramice, argilă expandată), vată minerală, vată de sticlă sau sub formă de plăci din polistiren expandat.

Placarea termoizolantă la interior sau exterior se poate realiza la clădiri noi sau vechi (pentru reabilitare higrotermică).

Plăcile termoizolante folosite la exterior pot fi din polistiren expandat fixate de stratul suport prin aderență cu mortar adeziv pe bază de ciment îmbunătățit cu o suspensie sintetică și, în anumite cazuri, fixate mecanic cu dibluri. În exterior acest strat este protejat cu armătură de protecție, din țesătură de fibre de sticlă înglobată în mortar adeziv. La exterior se pozează o tencuială performantă, în două straturi,

grund și stratul ultim rezistent la intemperii.

Pentru placarea exterioră se mai utilizează plăcile din beton celular autoclavizat. Prinderea plăcilor de zidăria de cărămidă se execută prin intermediul unui strat de mortar și suplimentar cu agrafe metalice zincate.

Placarea interioară termoizolantă se realizează cu plăci bistrat din ipsos armat cu termoizolație din vată minerală, polistiren expandat sau ipsos spongios. Această placare este recomandată numai la pereții din zidărie de cărămidă care au o permeabilitate satisfăcătoare la vaporii evitând formarea de condens în interiorul peretelui.

16.7. PEREȚI DIN ZIDĂRIE DIN BETON CELULAR AUTOCLAVIZAT (B.C.A)

Structura betonului celular se obține prin înspumare. În pasta de ciment, se creează un număr mare de goluri sferice, omogen distribuite. Între aceste goluri există un schelet rezistent.

Prepararea betoanelor celulare se face în malaxoare, prin amestecarea cimentului-agregat - cu o substanță generatoare de gaze sau spumă (preparată separat).

În componența betonului celular (gazbeton, spumobeton) intră: cenușă de termocentrală (72%), var măcinat (18%), ciment (10%) și ipsos (2%) din greutatea amestecului.

Întărirea acestor betoane se realizează prin autoclavizare, care în timp scurt asigură: creșterea mare a rezistenței, reducerea contracțiilor și a deformațiilor sub sarcini de durată.

Sporul de rezistență ce se obține prin autoclavizare, comparativ cu întărirea normală, este de 3...5 ori.

Betonul celular autoclavizat trebuie protejat contra umidității și a bioxidului de carbon, care micșorează rezistența mecanică și cea termică. Betoanele celulare au densitatea aparentă cuprinsă între 4000...12000 N/m³.

Blocurile din b.c.a. nu se vor folosi în locuri expuse umezirii (fundații, ziduri de subsol, canale).

La proiectarea clădirilor cu pereți portanți din blocuri de b.c.a. se va folosi soluția pereților structurali transversali, care se pozează la distanțe relativ mici.

Așezarea blocurilor de b.c.a. în cadrul zidăriei se face astfel ca direcția de înspumare să fie perpendiculară pe direcția de încărcare.

La pereții structurali nu se admite combinarea blocurilor mici din beton celular autoclavizat și cărămizi.

Mărirea capacității portante a pereților din b.c.a. se poate realiza cu sâmburi din beton armat.

Pereții portanți din blocuri mici de b.c.a. se pot folosi la clădiri de maximum 2 nivele.

Planșeele de beton armat reazemă pe pereții structurali din b.c.a., prin intermediul unor centuri din beton armat.

În cazul pereților neportanți (de compartimentare), legătura cu ceilalți se realizează prin țesere sau armături metalice (cuie, agrafe din sârmă de oțel).

Pereții despărțitori, care au înălțimea mai mare, se armează cu oțel beton pozat la distanță de două rosturi pe orizontală.

16. 8. CLĂDIRI CU PEREȚI STRUCTURALI DIN ZIDĂRIE

Pereții portanți din zidărie sunt concepuți ca structuri cu pereți transversali sau pereți longitudinali și transversali (fig.16.7). În cazul pereților portanți din zidărie simplă se limitează înălțimea etajului, deschiderea planșelor și distanța între pereții de contravântuire.

Golurile (din ferestre sau uși) în pereții portanți trebuie să fie uniform distribuite în lungul acestora astfel ca plinul (spaletul) să satisfacă condițiile de rezistență și stabilitate. Spaletul are ca dimensiune (lățimea) multiplul lungimii cărămizii.

Pereții portanți din zidărie, în afară de transmiterea sarcinilor de la clădire spre fundații, au și rol de izolare termică, acustică și asigurarea rezistenței la foc.

Pereții portanți din zidărie prezintă următoarele particularități: comportare

higrotermică și acustică bună, posibilități restrânse de prefabricare; capacitate portantă la acțiunea încărcărilor din seism.

Domeniul de utilizare a acestor pereți este constituit de clădirile cu număr redus de niveluri (2...5 niveluri).

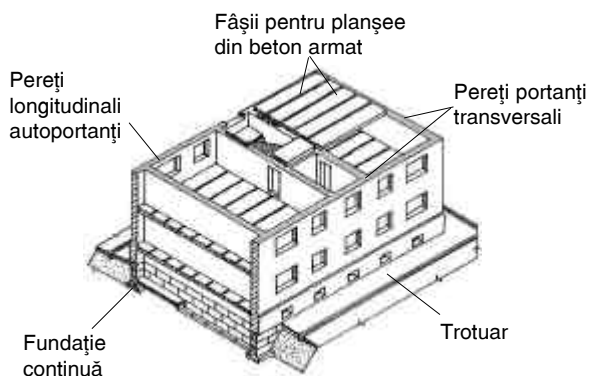
Pereții structurali din zidărie se pot concepe din zidărie simplă ori zidărie armată sau întărită cu stâlpișori din beton armat. Acești pereți se pot executa din cărămidă plină, cărămidă cu găuri verticale, blocuri ceramice, sau din beton celular autoclavizat (b.c.a.).

Clădirile cu structură din pereți portanți din zidărie se vor concepe cu forme în plan regulate, compacte și simetrice, pentru a limita efectele defavorabile din torsiune generală ce poate apărea în timpul cutremurului. Concomitent, pe verticală se vor asigura variații uniforme ale rigidităților clădirii în ansamblu și ale elementelor structurale componente.

La clădirile cu forme neregulate, înălțimi sau cu mase diferite, se vor separa prin rosturi, în tronsoane. Lungimea maximă a tronsoanelor este influențată de gradul de protecție seismică, de natura terenului și de tipul planșeului, care asigură efectul de șaibă, diafragma orizontală. Înălțimea clădirilor cu pereți din zidărie portantă variază funcție de structura adoptată, pereți portanți deși (5m) sau mai rari (6...9 m).

Structuri de pereți portanți din zidărie de cărămidă

Pereți portanți transversali



Pereți portanți longitudinali

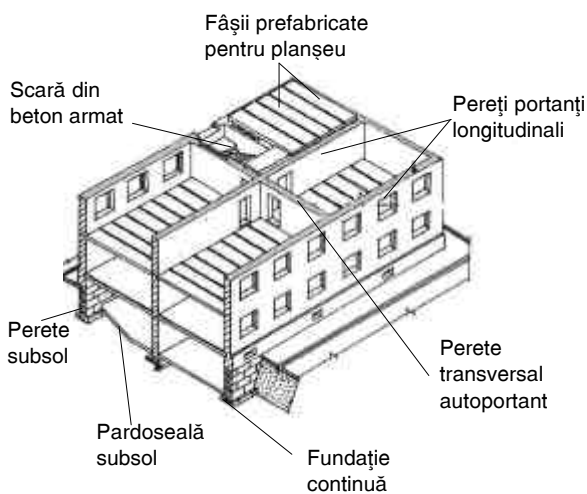
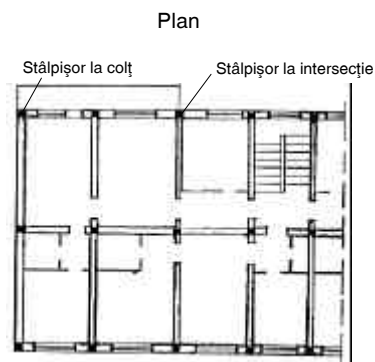


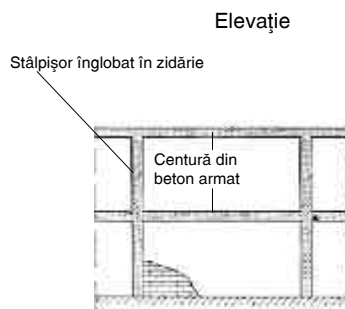
Fig. 16.7. Clădiri cu structuri alcătuite din pereți portanți transversali sau longitudinali

Pereți portanți din zidărie întăriți cu stâlpișori și centuri din beton armat

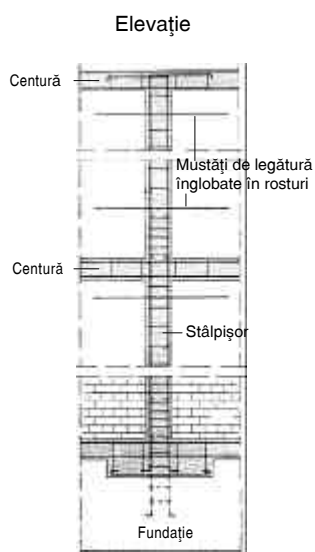
Amplasarea stâlpișorilor din beton armat



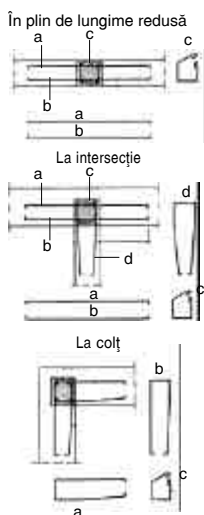
Rigidizarea pereților cu stâlpișori și centuri



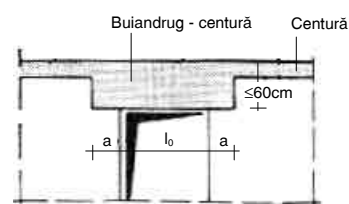
Armare stâlpișor din beton armat



Secțiuni caracteristice

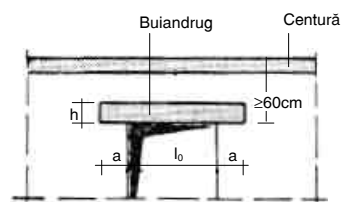


Buiandrugii



$$a \geq 25 \text{ cm} - \text{grad} \leq 7$$

$$a \geq 37,5 \text{ cm} - \text{grad} > 7$$



$$h \geq \frac{l_0}{5}$$

Fig. 16.8. Pereți portanți din zidărie rigidizați cu stâlpișori și centuri din beton armat. Amplasare stâlpișori. Armare stâlpișori, centuri și mustăți de legătură înglobate în rosturile zidăriei. Tipuri de buiandrugii.

Numărul de niveluri la clădirile cu zidărie portantă se adoptă funcție de gradul de protecție antiseismică, dar și funcție de structura aleasă.

La conceperea structurii din pereți portanți de zidărie se va limita distanța între acești pereți, dar și aria acestora. Limitările sunt motivate de rezistențele mecanice reduse ale zidăriei la acțiunea seismică.

La concepția pereților portanți din zidărie se va evita slăbirea excesivă a acestora datorită golurilor de uși și ferestre, astfel ca plinurile dintre ele să satisfacă condițiile necesare de rezistență și stabilitate la acțiuni verticale și orizontale.

În alcătuirea acestor structuri se va urmări obținerea unor valori apropiate ale rigidităților după cele două direcții principale în plan ale clădirii.

Pereții din zidărie întărită cu stâlpișori din beton armat. (fig.16.8) Mărirea capacității de rezistență și a rigidității pereților portanți din zidărie se poate realiza prin întărirea acestora cu stâlpișori din beton armat și armare orizontală a zidăriei. În același timp se va prevedea o rețea continuă și închisă de centuri din beton armat la nivelul fiecărui planșeu, centuri ce participă la preluarea eforturilor de întindere sau compresiune ce apar în diafragma orizontală a planșeului datorită acțiunii seismice.

Centurile de la nivelul planșeelor ce leagă stâlpișorii din beton armat vor fi

continui, iar buiandrugii de deasupra golurilor se pot realiza independent sau împreună cu centura, funcție de înălțimea plinului de deasupra golului de fereastră.

În cazul clădirilor cu înălțime peste 9 m, în zonele cu grad seismic mai mare de 7, este obligatoriu prevederea buiandrugilor din beton armat monolit.

În cazul înălțimii nivelurilor mai mari de 4 m, se vor prevedea în pereții portanți centuri intermediare între cele ale planșeelor.

Stâlpișorii de întărire a zidăriei, din beton armat, se vor turna (după executarea zidăriei și montarea armăturii) într-un spațiu închis pe două sau trei laturi din zidărie iar restul sunt cofrate.

Pereții din zidărie portantă înrâmați prin intermediul stâlpișorilor și centurilor din beton armat au o comportare bună la încărcări seismice.

Conlucrarea stâlpișorilor din beton armat cu zidăria se realizează prin intermediul unei armături de legătură ce pătrunde în rosturile orizontale ale pereților portanți de zidărie.

Poziția înnădirii armăturii longitudinale din stâlpișori și distanța între etrieri (armătura transversală) este influențată de gradul de protecție antiseismică.

Zidăria armată se va utiliza la pereții portanți din zonele seismice în vederea mării capacității portante la acțiuni

verticale și orizontale. Pozarea armăturii se va realiza în rosturile orizontale (la distanțe de 45...60 cm pe verticală), sub golurile ferestrelor (armătură continuă), la colțuri, intersecții, ramificații și plinuri între ferestre ce nu sunt legate cu alți pereți transversali (armare locală).

16.9. ELEMENTELE CONSTRUCTIVE LA ZIDĂRII

Centurile, elementele constructive din beton armat, ce asigură stabilitatea clădirilor din zidărie, preiau eforturile datorită cutremurului sau a tasărilor inegale și le redistribuie structurii din ziduri portante (fig.16.9).

Centurile se pozează, de obicei, la nivelul planșeelor clădirilor.

În funcție de rolul lor, centurile din beton armat se clasifică în: centuri de asamblare, repartizare, tasare, ancorare, stabilitate și antiseismice.

În cadrul clădirilor, centurile pot îndeplini una sau mai multe din aceste funcțiuni, în același timp.

Centurile, de obicei, au o înălțime de 15 ... 20 cm, iar lățimea se recomandă să fie mai mică decât grosimea pereților, pentru a permite izolarea termică la exterior, ce conduce la micșorarea punții termice.

În zonele seismice centurile de beton armat se vor prevedea pe toate zidurile de contravântuire, la nivelul tuturor planșeelor.

Centurile din zonele seismice se recomandă să fie continue, să aibă o înălțime constantă, iar lățimea aproximativ egală cu grosimea pereților.

În zonele seismice vom prevedea armătură continuă cu procent minim de armare. Înnădirile armăturii se vor realiza prin petrecerea acesteia (pe o distanță minimă). La colțuri și ramificații armătura se va ancora pe o lungime de 10 d (d - diametrul armăturii).

Stâlpișorii de beton armat se dispun în cadrul pereților, în zonele în care eforturile depășesc capacitatea portantă a zidăriei de cărămidă (fig.16.8, 16.9).

Stâlpișorii la care betonul este turnat în lăcașurile lăsate în zidărie, cu armătura pozată, au rolul de a prelua eforturile de întindere, de a spori capacitatea portantă a secțiunilor solicitate la încovoiere sau la compresiunea excentrică și de a mări capacitatea portantă a secțiunilor solicitate la compresiune. Rezistența betonului întărit în zidăria de cărămidă este mai mare decât rezistența betonului întărit în cofraje obișnuite de lemn, viteza de pierdere a apei din beton fiind mai mică.

Stâlpișorii din beton armat se utilizează la:

- pereți potanți înalți, solicitați la compresiune excentrică;
- structuri de zidărie portantă (4-5 niveluri), amplasate în zone seismice;
- pereți neportanți care depășesc lungimea de 5 m și înălțimea de 3,5 m.

Turnarea betonului în stâlpișori se realizează după ce zidăria a fost ridicată, după introducerea armăturilor în spațiul liber și după completarea cu cofraj a fețelor rămase libere.

Integrarea intimă a stâlpișorilor de beton armat în cadrul structurii de zidărie se realizează prin:

- ancorarea etrierilor în rosturile zidăriei, pe o lungime de un metru;
- umplerea incompletă, pe fețele de contact, a rosturilor cu mortar, pentru a permite betonului să intre în aceste rosturi;
- ancorarea armăturii în centura superioară și inferioară a nivelului;
- grosimea stratului de protecție a armăturii stâlpișorilor din beton armat să fie de minimum 4 cm, iar etrierii care se ancorează în rosturile zidăriei se dispun la o distanță de 3-4 rânduri de cărămizi;
- armătura se limitează la un procent de armare minim (0,2%) și maxim (1,5%) din secțiunea de beton;

se recomandă executarea corespunzătoare a rosturilor în zidăria de cărămidă, pentru a se evita tasări mari în zidărie.

Buiandrugii sunt elemente orizontale de rezistență, care preiau încărcarea ce provine de la zidărie de deasupra golului de ușă sau fereastră (uneori și din sarcinile transmise de planșeu) și o descarcă în zidăria purtătoare, de o parte și de alta a golului (fig.16.9).

Buiandrugii se pot executa din lemn, oțel, cărămidă și beton armat. Grinzile de lemn, folosite ca buiandrugii, se impregnează cu

substanțe ignifuge și antiseptice.

Profilele laminate din oțel se folosesc la execuția buiandrugilor la golurile în pereții clădirilor existente. Spațiul între profilele metalice se completează cu beton.

Buiandrugii din zidărie armată se realizează prin înglobarea unor bare din oțel-beton, la partea lor inferioară, într-un strat de 1... 3 cm mortar și ancorarea lor în zona de rezemare, pe o distanță de 30 cm.

Buiandrugii din beton armat se folosesc curent la clădiri, ei pot fi din beton monolit sau prefabricat.

Buiandrugii din beton monolit se vor prevedea obligatoriu la structurile portante din zidărie de cărămidă amplasate în zone seismice. Rezemarea buiandrugului este egală cu înălțimea acestuia sau minimum 35 cm.

Buiandrugii se pot contopi cu centurile de la nivelul planșeelor, când înălțimea lor este mai mare sau aceea a etajelor este mică.

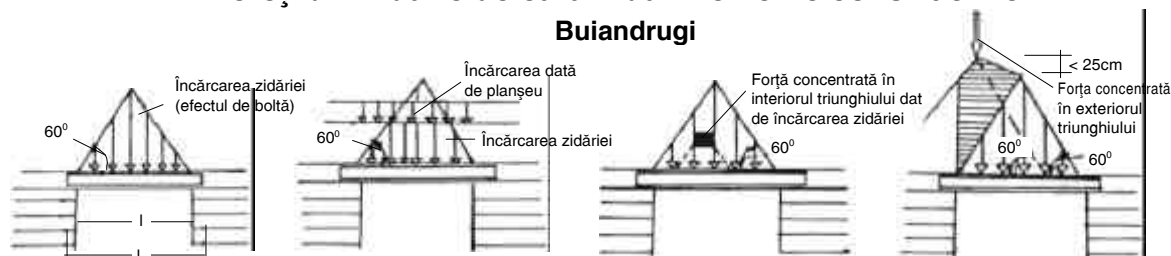
- La pereții exteriori, pentru micșorarea punților termice, buiandrugii din beton armat se căptușesc la exterior cu termoizolație.

Buiandrugii din beton prefabricat cu secțiuni dreptunghiulară sau profile se montează pe un strat de mortar de poză. Căptușirea cu termoizolație, în acest caz, se realizează în cofraje de inventar.

Pentru calculul buiandrugilor aceștia se consideră grinzi simplu rezemate, a căror deschidere de calcul este egală cu lumina golului sporit cu 5...10 %.

Pereți din zidărie de cărămidă. Elemente constructive.

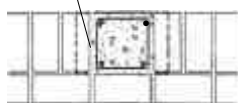
Buiandrugii



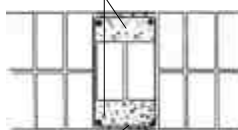
Sâmburi de beton armat.

Sâmburi de beton armat dispuși periferic (sau pe toată lățimea zidului)

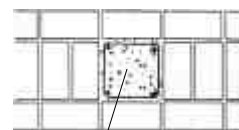
Pentru o bună conlucrare zidăria se execută în ștrepi



Armăturile verticale se ancorează în centurile de beton armat de la partea inferioară și superioară a etajului

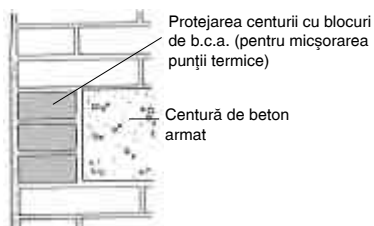


Etrierii se înglobează în rosturile zidăriei



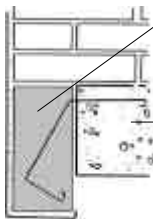
Sâmbure de beton armat pozat centric

Centuri din beton armat



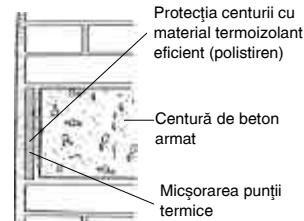
Protejarea centurii cu blocuri de b.c.a. (pentru micșorarea punții termice)

Centură de beton armat



Ancorarea căptușelii de b.c.a. care intră în profilul buiandrugului -centură

Centură de beton armat

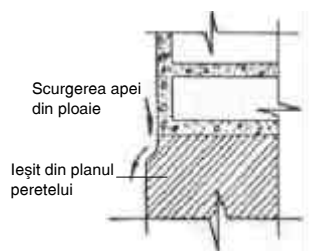


Protecția centurii cu material termoizolant eficient (polistiren)

Centură de beton armat

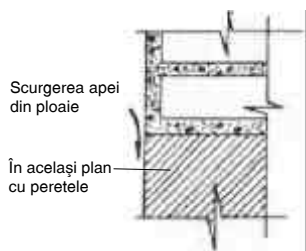
Micșorarea punții termice

Socluri



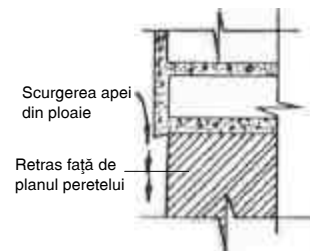
Scurgerea apei din ploaie

Ieșit din planul peretelui



Scurgerea apei din ploaie

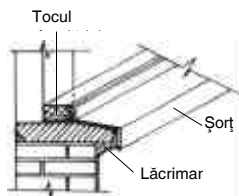
În același plan cu peretele



Scurgerea apei din ploaie

Retras față de planul peretelui

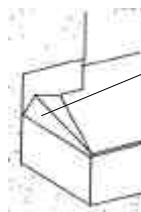
Solbancuri



Tocul

Șorț din tablă zincată

Lăcrimar



Profile de reborduri la partea frontală a solbancului ce împiedică șiroirile laterale

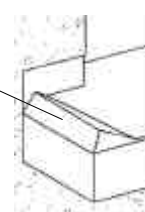


Fig. 16.9. Elemente constructive la pereții din zidărie de cărămidă.
Buiandrugii. Sâmburi și centuri de beton armat. Socluri. Solbancuri.

Încărcările care se iau în considerație în calculul buiandrugilor sunt: greutatea proprie, greutatea zidului de cărămidă tencuit de deasupra, sarcina aferentă din planșeu și sarcina utilă.

Datorită efectului de boltă a zidăriei, care se naște în jurul golului, se va adopta ca sarcină pentru buiandrug încărcarea liniar variabilă (sub formă de triunghi echilateral), considerându-se că laturile înclinate ale bolții fac un unghi de 60° cu orizontala.

Buiandrugii se vor considera încărcăți și cu sarcini provenite din planșeele de deasupra, dacă linia mediană a planșeului taie triunghiul echilateral.

Sarcinile concentrate, care pot apărea, de exemplu de la grinzile principale situate deasupra golului, se vor lua în considerație la calculul buiandrugului numai dacă punctele lor de rezemare se află în dreptunghiul determinat de deschiderea de calcul a buiandrugului și de înălțimea triunghiului echilateral, plus 25 cm.

Sarcinile concentrate din afara sau din interiorul suprafeței triunghiului echilateral se repartizează uniform, sub un unghi de 60° .

Aceeași repartitie a sarcinilor sub un unghi de 60° se consideră și în secțiunea transversală a zidului.

Socul este elementul de construcție, care se execută la partea inferioară a pereților exteriori (fig.16.9).

Materialele utilizate frecvent la alcătuirea soclurilor sunt: piatra, betonul, tencuiala cu praf de piatră.

Zidăria din zona soclurilor trebuie să aibă rosturile din parament, bine umplute cu mortar de ciment, pe o adâncime de aproximativ 2 cm.

Legătura finisajului fațadei la soclu se poate realiza prin: soclu ieșit, retras sau în planul fațadei. Soclul ieșit din planul fațadei va avea la partea superioară un profil care îl aduce în planul finisajului fațadei. Această legătură se realizează astfel pentru a evita stagnarea apei de ploaie și a zăpezii. Linia hidroizolației orizontale, care este separația între finisajul fațadei și al soclului, este marcată printr-un rost deschis.

În cazul folosirii betonului aparent la socluri, se va realiza finisarea prin buceardare, șpițuire.

Cornișa este elementul de construcție (consolă) care se execută la partea superioară a pereților exteriori (fig.16.9).

Cornișa realizată prin scoaterea în consolă a rândurilor de cărămizi se execută ținând seama de următoarele recomandări: consola între două rânduri de cărămidă nu poate depăși 10 cm, iar deschiderea consolei este maximum jumătate din grosimea peretelui.

Când apare necesitatea unor console mai mari, cornișele se realizează din beton armat, dacă deschiderea consolei nu este mai mare, stabilitatea ei este asigurată de încărcarea dată de zidăria

de deasupra. În cazul cornişelor cu deschiderea mare, acestea se vor ancora în zidăria de cărămidă sau în centura de beton armat din dreptul planşeeilor. Profilul cornişelor va fi astfel realizat, pentru a permite scurgerea zăpezii şi a apei din ploaie, dar totodată pentru a împiedica prelungirea apei pe faţadă (prin crearea de lăcrimare).

Solbancul este elementul de construcţie care se execută la partea inferioară a ferestrelor, spre exterior (fig.16.9).

Profilul transversal şi longitudinal al solbancurilor se alege astfel ca apele prelinse pe faţadă şi fereastră să fie îndepărtate spre exterior şi să împiedice pătrunderea infiltraţiilor între tocul ferestrei şi solbanc.

16.10. ROSTURILE DE DEFORMAȚII

Rosturile se vor prevedea la clădirile în care se nasc o serie de deformații datorită: variației de temperatură, a contracției, curgerii lente a betonului (în cazul pereților din beton armat), a tasării sau rotirii diferențiate și surselor de vibrații locale puternice (cutremure).

Rosturile se pot defini ca, întreruperi ale clădirilor, de diferite forme și dimensiuni. Rosturile permit deformarea liberă a tronsoanelor de clădiri datorită unor solicitări suplimentare din elementele de construcție (fig.16.10).

Aceste solicitări suplimentare sunt cu atât mai mari, cu cât sistemul constructiv este de mai multe ori static

determinat și cu cât dimensiunile clădirii sunt mai mari.

Din punct de vedere al funcției pe care trebuie s-o îndeplinească, rosturile de deformații pot fi: rosturi de dilatație, rosturi de tasare sau rosturi antiseismice.

Atunci când este necesar, rosturile pot fi astfel realizate, încât să cumuleze mai multe funcțiuni.

Rosturile de deformații pot fi, funcție de dimensiunile clădirii, numai transversale sau transversale și longitudinale.

Pentru a putea fi ușor mascate, rosturile se vor amplasa în dreptul unor colțuri intrânde ale clădirii sau în dreptul zidurilor despărțitoare interioare.

Rosturi de dilatație sunt prevăzute la clădiri în scopul micșorării efectelor variațiilor de temperatură. Această reducere a deformațiilor, datorită amplasării rostului, duce la o micșorare proporțională a eforturilor suplimentare în structură (fig.16.10).

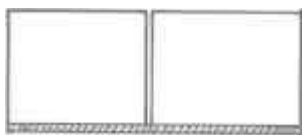
Pentru dimensionarea rosturilor, este necesar să se determine alungirile, respectiv scurtările elementelor de construcție.

Distanțele sunt determinate de o diversitate de factori:

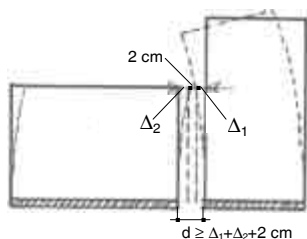
- materiale diferite;
- execuție monolită sau prefabricată;
- static determinate sau nedeterminate;
- expunere la sud sau la nord;
- prevăzută sau nu cu termoizolație; clădire cu sau fără ventilație.

Rosturi la clădiri

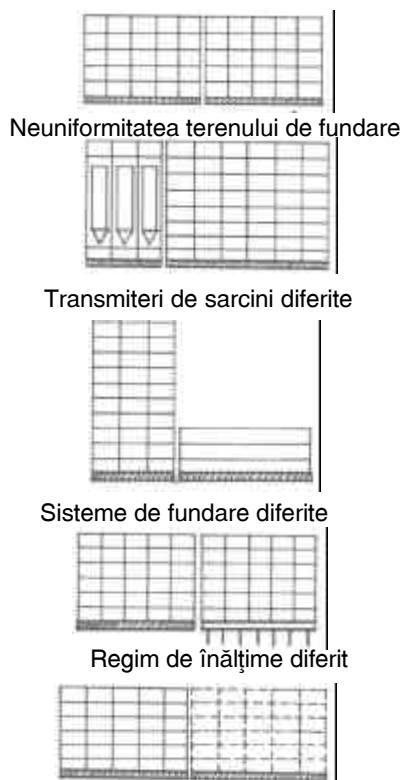
Rost de dilatare



Rost antiseismic



Rosturi de tasare



Clădire nouă construită lângă una existentă

Fig.16.10. Rosturi la clădiri. Rost de dilatare. Rost antiseismic. Rost de tasare.

La etajele superioare ale clădirilor înalte, la planșee masive de acoperiș, cornișe și balcoane lungi, se vor introduce rosturi suplimentare, datorită expunerii lor la variații mari de temperatură.

Rosturile de dilatație se vor amplasa la distanță față de casa scărilor și ascensor (elemente foarte rigide), pentru a nu împiedica deformarea liberă a tronsonului.

Distanța între rosturile de dilatație a construcțiilor din beton monolit este mai mică decât la cele prefabricate, la care, în momentul montării, construcția este, practic, aproape terminată.

Lățimea rosturilor, la clădiri este funcție de deformația tronsoanelor (alungirea planșeului terasă).

Rosturile de dilatație se pot realiza, din punct de vedere constructiv: prin dublarea elementelor portante, prin folosirea de stâlpi cu console și prin grinzi în consolă.

Dublarea elementelor portante este cea mai avantajoasă soluție din punct de vedere constructiv, deși în fațadă apare o alternare în ordonarea traveelor, ceea ce dăunează aspectului arhitectonic.

În cazul folosirii soluției stâlpilor cu console există dezavantaje, datorită faptului că forțele de frecare ce se produc în reazem pot împiedica deplasarea liberă a elementelor.

Soluția a treia de realizare a rosturilor de dilatație apare avantajoasă când deschiderea consolelor este mică.

Rosturile de tasare au ca scop întreruperea continuității clădirilor (inclusiv a fundațiilor) pentru deplasări pe verticală, reducând efectele tasărilor inegale (fig.16.10).

Cauzele tasărilor inegale sunt:

- neomogenitatea straturilor din terenul de fundație;
- încărcarea mai mare a unor porțiuni din clădire, fie datorită unor sarcini locale mari sau a unui număr diferit de etaje;
- existența unor surse locale de vibrații;
- executarea unei clădiri noi (susceptibilă la tasare în timp) lângă o clădire existentă la care procesul de tasare s-a terminat.

Aceste rosturi se amplasează funcție de cauzele care ar putea produce tasări inegale.

Realizarea constructivă a rosturilor de tasare se face prin: dublarea elementelor de construcție sau șicanarea pereților verticali.

Rosturi antiseismice. Una dintre cerințele principale ale unei proiectări corecte a clădirilor din zonele seismice este aceea de distribuție uniformă a

maselor. Deci este necesară realizarea unor clădiri cât mai simetrice față de cele două axe principale. Obținerea acestei simetrii este împiedicată câteodată de condițiile de amplasament sau funcționale ale clădirii (fig.16.10).

Etanșarea rosturilor de deformații.

Rosturile de deformații se vor umple cu un material moale, ușor compresibil ca: vată minerală, vată de sticlă, funie gudronată. Nu e indicat a se folosi plăci ușoare aglomerate, din lemn sau plăci de plută, care s-au comportat prea rigid.

Spre exterior, rosturile de deformații sunt acoperite cu profile din tablă zincată prevăzute cu o buclă, având rol de barieră de protecție contra ploii.

La subsoluri prevăzute cu hidroizolație bituminoasă, există două posibilități de etanșare a rostului:

- se petrece fără întreruperea hidroizolației peste rost, mărindu-se rezistența cu straturi suplimentare de pânză bituminată sau foi metalice;
- se întrerupe hidroizolația bituminoasă în dreptul rostului și se racordează cu o tablă ondulată ce acoperă rostul (se folosește în cazul tasărilor mari).

MECANICA ZIDĂRIILOR

7.1.GENERALITĂȚI

Comportarea mecanică și la deformării a zidăriei

Starea complexă de tensiuni ce apare în zidăria comprimată este influențată de proprietățile cărămidilor și ale mortarului. La contactul între aceste materiale, datorită legăturii prin frecare și adeziune, cărămidile și mortarul sunt obligate să aibă aceleași deformări.

Cărămidile împiedică deformarea mortarului. Cele două materiale componente ale zidăriei sunt solificate astfel (fig.17.1):

- cărămidile - la întindere transversală, care se suprapune peste tensiunea de compresiune verticală din acțiunea exterioară;
- mortarul - la tensiune laterală de compresiune, fiind împiedicat a se deforma lateral.

În zidăria comprimată, se dezvoltă o stare triaxială de tensiuni (fig.17.1) la

compresiunea verticală și întinderile transversale, cărora li se adaugă și tensiunile suplimentare datorită variațiilor dimensiunilor cărămidilor și a tehnologiei de preparare și execuție a mortarului.

Ruperea zidăriei solificate la compresiune se produce ulterior depășirii rezistențelor cărămidilor. Ruperea cărămidilor se face după direcția forțelor de compresiune (perpendicular pe direcția tensiunilor transversale de întindere). Deci, rezistența la întindere a cărămidilor are o influență deosebită asupra capacității portante a zidăriei la compresiune.

Ruperea zidăriei la întindere se poate produce după rosturi nelegate și legate (fig.17.1).

Rezistența de rupere la întindere în rosturile nelegate este determinată de aderența la suprafețele de contact între cărămizi și mortar.

Rezistența zidăriei de rupere la întindere în rosturile legate depinde de aderență - în cazul ruperii prin rosturi orizontale, iar la ruperea prin cărămizi și rosturi verticale, depinde de rezistența cărămizilor.

Deformarea zidăriei (material compus) este influențată în special de caracteristicile cărămizilor și ale mortarului (fig.17.1).

Zidăria de cărămidă este un material elastoplastic. Supusă la încercări, în zidăria de cărămidă apar deformații elastice (ε_0) și plastice (ε_p). Deformația zidăriei se compune din deformația cărămizilor (10%) și deformația mortarului (90%).

Curba caracteristică a zidăriei σ - ε , $\varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon_p$, este parabolică (fig.17.1). Forma curbilinie este dată de prezența deformației plastice a mortarului.

Tangenta unghiului exprimă aproximativ modulul de elasticitate, care este o mărime variabilă:

$$E = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} = E_0 \left(1 - \frac{s}{1,1R}\right) = \alpha \cdot R \cdot \left(1 - \frac{s}{1,1R}\right)$$

Determinarea modulului de elasticitate se face cu relația:

$$E = 0,5 \cdot (0,8) \cdot (1) \cdot R \cdot \alpha \cdot k \quad [\text{N/mm}^2]$$

în care:

E - modulul de elasticitate pentru zidării conform;

0,5 - pentru calculul zidăriei la starea limită;

0,8 - pentru calculul deformațiilor la sistemele static nedeterminate la sarcini de exploatare;

1 - pentru calculul zidăriei la încărcări repetate și pentru stabilirea perioadei proprii de vibrație;

R - rezistența de calcul la compresiune a zidăriei (N/mm^2);

α - caracteristica de elasticitate a zidăriei;

k - coeficientul de corecție a rezistenței de calcul.

Caracteristicile mecanice și de deformare

Pietre de zidărie. Rezistența la compresiune: $R_c = 30 \dots 200 \text{ N/mm}^2$ pentru blocuri mici de beton cu goluri,

$R_c = 10 \dots 140 \text{ N/mm}^2$ pentru blocuri mici din b.c.a.

Mărcile uzuale folosite pentru pietrele de zidărie sunt: 50, 75, 100, 125, 150 și 200 daN/cm^2 (50, 100 - pentru cărămizi pline).

Rezistența la compresiune din încovoire a pietrelor de zidărie:

- pentru cărămizi:

$$R_{c(i)} = (10 \dots 30\%) \cdot R_c \quad (\text{N/mm}^2)$$

R_c - rezistența la compresiune a cărămizilor

- pentru b.c.a.:

$$R_{c(i)} = (20 \dots 35\%) \cdot R_c \quad (\text{N/mm}^2)$$

R_c - rezistența la compresiune a b.c.a.

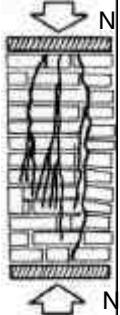
Rezistența la întindere a pietrelor de zidărie:

$$R_i = \left(\frac{1}{20} \dots \frac{1}{30} \right) \cdot R_c \quad (\text{N/mm}^2)$$

R_c - rezistența la compresiune a pietrelor de zidărie.

Stadii de lucru și ruperea zidărilor la compresiune centrică

Tabelul 17.1

Stadiul	Schița	Domeniul de variație a lui N	Caracteristici
I		$N < N_{fis}$	Stadiul exploatării normale, zidăria nu prezintă fisuri
II		$N = N_{fis}$	- Stadiul de fisurare - Apariția primelor fisuri se datorește eforturilor de întindere, încovoiere și forfecare - Apariția fisurilor depinde de: - proprietățile mecanice ale zidăriei - deformabilitatea cărămizilor și mortarului - modul de execuție - Apariția fisurilor în structurile de zidărie face necesară analiza apariției și urmăririi ulterioară a acestora - Fisurile vor evolua odată cu creșterea încărcării
III		$N_{fis} < N < N_r$	Fisurile existente se alungesc, se lărgesc; apar fisuri noi (datorită dezvoltării deformațiilor plastice)
IV		$N = N_r$	- Stadiul de rupere - Deschiderea fisurilor continuă și în cazul când încărcarea rămâne constantă; în cazul unui spor mic de încărcare, fisurile cresc brusc - Ruperea zidăriei se datorește depășirii eforturilor de întindere și forfecare, la care se adaugă flambajul stâlpilor izolați (în care este împărțită zidăria datorită fisurilor) sub acțiunea compresiunii excentrice.

Modulul de elasticitate al pietrelor de zidărie se poate determina, aproximativ, cu relațiile:

- pentru cărămizi: $E=300 \cdot R_c$ (N/mm²)
 R_c - marca cărămizii
- pentru blocuri mici de beton:
 $E=(500...1500) \cdot R_b$ (N/mm²)
 R_b - marca betonului
- pentru blocuri b.c.a. cu $\gamma_a=400...650$ daN/m³ $E=10.000...25.000$ (N/mm²)

Mortar. În cadrul zidăriei, mortarul are rolul de legătură a pietrelor de zidărie, de repartizare uniformă a eforturilor între acestea și de etanșeizare a peretelui.

Rezistența la compresiune a mortarului:

- mortar de var $R_m=1...10$ N/mm²;
- mortar de ciment și var $R_m=15...300$ (N/mm²).

Rezistența de calcul a zidăriei (încărcate înainte de 28 de zile) se determină funcție de rezistența la compresiune, redusă cu un coeficient funcție de vârsta mortarului.

Modulul de elasticitate al mortarului pentru zidării se determină aproximativ cu relația: $E_m=1000 \cdot R_m$ (N/mm²), în care: R_m - rezistența de rupere a mortarului la compresiune

În cadrul zidăriei armate sau complexe, se vor folosi oțel-beton OB₃₇, OB₃₀, PC₅₂ și STNB.

17.2. CALCULUL SECȚIUNILOR DE ZIDĂRIE SIMPLĂ

Acest calcul se face prin metoda stărilor limită. Se vor lua în considerare următoarele stări limită:

- stare limită ultimă de rezistență și stabilitate;
- stare limită a exploatării normale determinată de apariția sau deschiderea fisurilor.

Calculul secțiunilor de zidărie se realizează sub acțiunea încărcărilor de calcul. Valorile încărcărilor normate și ale coeficienților de încărcare sunt indicate în standarde.

Solicitările din elementele de zidărie se determină în stadiul elastic.

Stabilirea dimensiunilor secțiunilor de zidărie din calcul se corelează cu cerințele arhitecturale, de izolare higrotermică și fonică.

Verificarea elementelor de zidărie la stări limită se face prin compararea încărcărilor de calcul maxime cu capacitatea portantă minimă a zidăriei.

Calculul la compresiune centrică

Influențele la compresiune a zidăriei sunt prezentate succint în figura 17.2.

Eforturile în elementele comprimate centric se repartizează uniform.

Stadiile de lucru și ruperea zidăriilor la compresiune centrică este ilustrată în tabelul 17.1.

Ruperea acestor elemente se poate produce în două moduri:

- prin depășirea rezistenței de calcul la compresiune a zidăriei $\sigma > R$ în elementele scurte (fig.17.3.a), la care coeficientul de zveltețe corespunde unui coeficient de flambaj $\varphi=1$;
- prin pierderea stabilității în cazul eforturilor critice $\sigma_{CR} < R$ la elementele

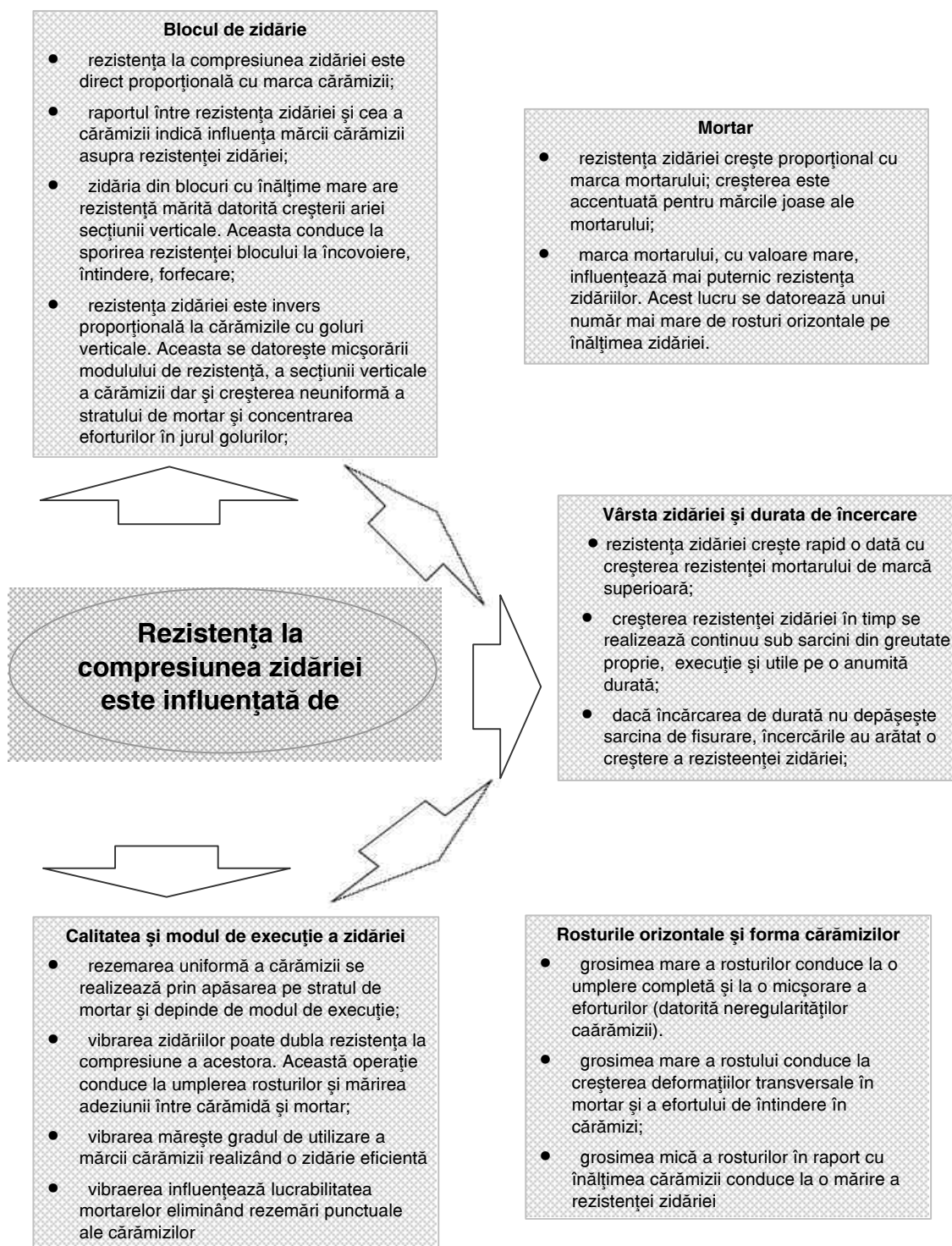
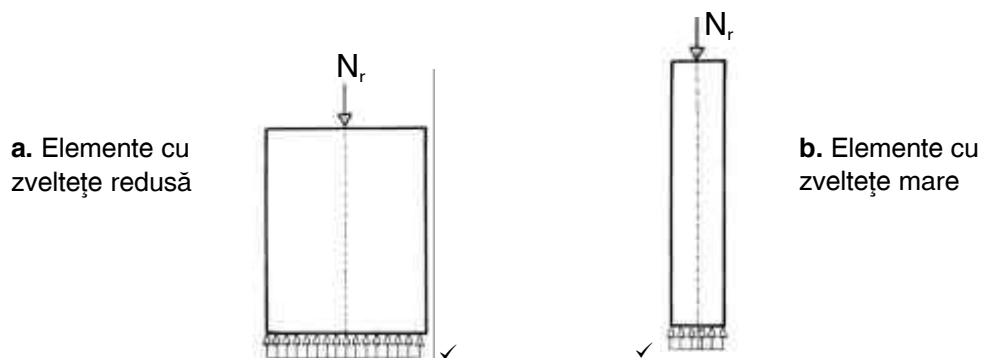


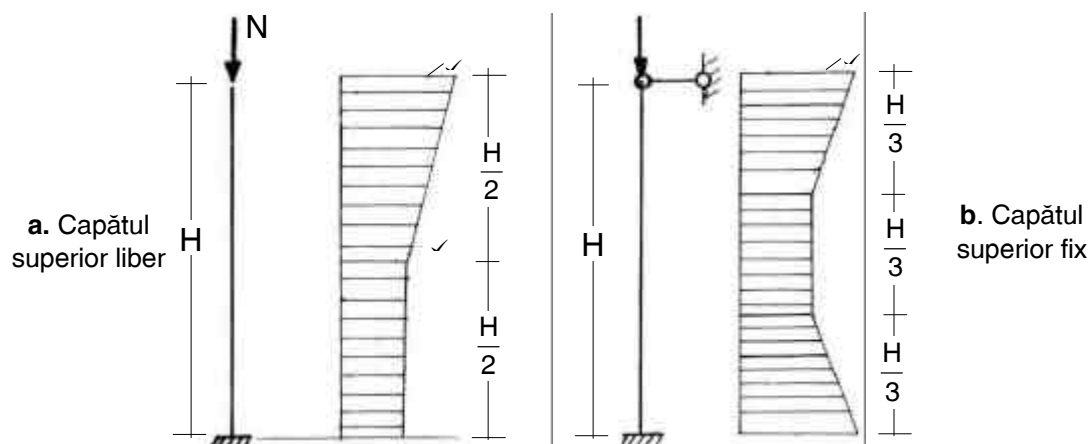
Fig.17. 2 Factorii ce influențează rezistența la compresiune

Comportarea zidăriei la compresiune

1. Repartizarea eforturilor în elemente coprimate centric în momentul ruperii



2. Variația coeficientului de flambaj pe înălțime



3. Determinarea lungimii de flambaj

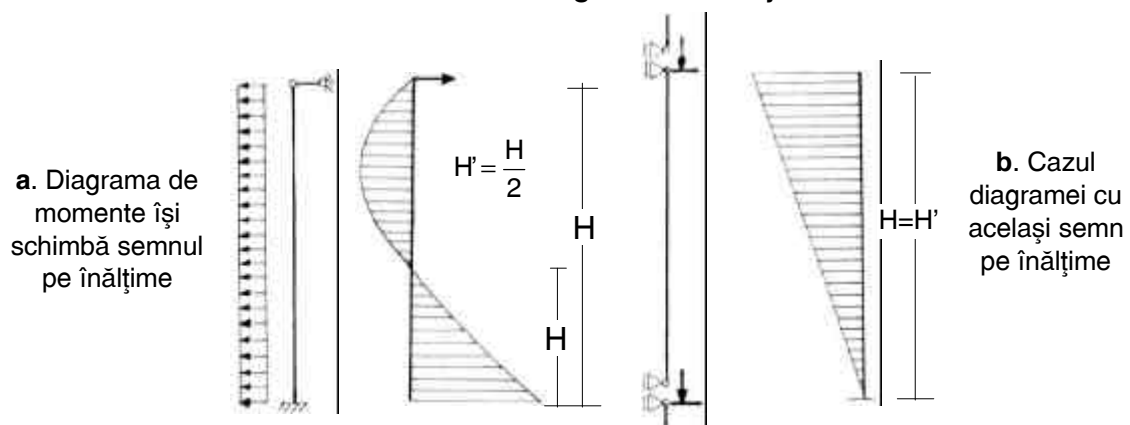


Fig.17.3 Comportarea zidăriei la compresiune centrică și excentrică

lungi (fig.17. 3.b), la care coeficientul de flambaj $\varphi < 1$.

Secțiunile din zidărie simplă solicitate la compresiune centrică se calculează cu relația:

$$N \leq \varphi \cdot R \cdot A \quad (17.1)$$

în care:

N - încărcarea axială de calcul [N];

φ - coeficient de flambaj funcție de gradul (coeficientul) de zveltețe și caracteristica de elasticitate ($\alpha=1000$; $\alpha=750$).

R - rezistența de calcul la compresiune. Este funcție de marca cărămizii și marca mortarului.

A - aria secțiunii transversale a zidăriei (mm).

Determinarea coeficientului de flambaj. Pornind de la faptul că, coeficientul de flambaj (φ) al zidăriei (materialul elastoplastic) este raportul între efortul unitar critic al zidăriei (cu modulul de elasticitate variabil) și limita convențională de curgere, rezultă că acest coeficient depinde de zveltețea elementului de zidărie, ca și caracteristica de elasticitate a zidăriei.

Coeficientul de flambaj se determină în funcție de coeficientul de zveltețe (λ) sau gradul de zveltețe (β) și caracteristica de elasticitate $\alpha=750$ și $\alpha=1000$ a zidăriei (pentru valori intermediare se interpoalează liniar).

Gradul de zveltețe:

$$\beta = l_f / a \quad (17.2)$$

în care:

l_f - lungimea de flambaj la elementele

de zidărie este în funcție de rigiditatea legăturilor;

a - dimensiunea caracteristică a secțiunii în sensul în care se consideră flambajul.

Coeficientul de zveltețe:

$$\lambda = l_f / i \quad (17.3)$$

în care:

$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ - raza de girație a secțiunii în

direcția axei principale de inerție în sensul în care se consideră flambajul;

I - momentul de inerție;

A - aria secțiunii.

În cazul valorilor caracteristicii de elasticitate diferite de 1000, valoarea lungimii de flambaj este:

$$l_f(\alpha \neq 1000) = l_f(\alpha = 750) \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} \quad (17.4)$$

Coeficientul de flambaj se determină pentru secțiunea slăbită, în cazul elementelor de zidărie cu goluri $> 1/3$ din grosime sau $1/10$ din înălțime, dacă aceste goluri sunt amplasate în zona celor două sferturi de la mijlocul înălțimii - în cazul capătului superior fix (fig.17.3) și în jumătatea inferioară la elementul cu capătul superior liber.

Calculul la compresiune excentrică

Fenomenul de compresiune excentrică este indicat succint în tabelul 17.2. Caracteristicile elementelor de zidărie simplă solicitate la compresiune excentrică:

- forma curbilinie a distribuției eforturilor unitare în secțiune este influențată de deformațiile plastice ale zidăriei.

Fenomenul de compresiune excentrică

Tabelul 17.2

Zona	Diagrame de eforturi	Limitele excentricității	Comentarii
		y distanța de la marginea cea mai solicitată până la centrul geometric al secțiunii e_{lim} excentricitatea limită ce depinde de tipul zidăriei	
Excentricități mici		$e_0 = 0$	- Secțiunea de zidărie este comprimată - Eforturile unitare de compresiune depind de poziția forței, în limitele zonei sâmburelui central
		$0 < e_0 < 0,45y$	
		$e_0 \geq 0,45y$	
Excentricități medii		$0,45y \leq e_0 \leq e_{lim}$	Marginea secțiunii cele mai îndepărtate de forță este întinsă $e_{lim} = (0,6 - 0,8) y$
Excentricități mari		$e_{lim} \leq e_0 \leq 0,9y$	- Efortul de întindere ce apare în elementul de zidărie este mai mare decât rezistența la întindere a zidăriei ($\sigma > R_t^n$) - În zona întinsă, deschiderea rosturilor este pronunțată. Se verifică secțiunea la fisurare. - Efortul e suportat de zona comprimată.

- în calcule, distribuția tensiunilor se consideră dreptunghiulară;
- rezistența zidăriei este determinată numai de rezistența zonei comprimate;
- deformațiile specifice de rupere cresc odată cu excentricitatea;
- porțiunea necomprimată a secțiunii ajută zona comprimată prin limitarea deformațiilor transversale, deci măbind capacitatea portantă a zidăriei.

Secțiunile din zidărie simplă sunt solicitate la compresiune excentrică:

- cu excentricitate mică: $e_0 \leq 0,45 \cdot y$ (excentricitatea pe o direcție perpendiculară pe axul longitudinal al pereților); în acest caz, întreaga secțiune de zidărie este comprimată, iar ruperea începe prin atingerea rezistenței de rupere la compresiune;
- cu excentricitate mare: $0,9 \cdot y > e_0 > 0,45y$; secțiunea este parțial întinsă, iar ruperea începe prin deschiderea fisurilor, continuând cu fisurarea zonei întinse și cu depășirea rezistenței de rupere la compresiune în zona comprimată.

Solicitarea de compresiune excentrică la secțiunile de zidărie simplă se calculează cu relația:

$$N \leq \varphi_1 \cdot (\varphi_1) \cdot R \cdot A \cdot \psi \quad (N) \quad (17.5)$$

N - încărcarea axială de calcul;

φ - coeficient de flambaj funcție de gradul (coeficientul) de zveltețe și caracteristica de elasticitate ($\alpha=1000$ sau 750);

φ_1 - coeficient de flambaj la compresiune cu excentricitate mare corectat datorită fisurării secțiunii;

R - rezistența de calcul la compresiune funcție de marca cărămizii, a mortarului și coeficientul condițiilor de lucru (aria de zidărie);

A - aria secțiunii transversale a zidăriei (mm^2);

ψ - coeficient de reducere (influențat de excentricitate) a capacității portante a elementelor comprimate excentric.

Calculul coeficientului de flambaj corectat (φ_1) se face cu relația:

$$\varphi_1 = \frac{j + j_c}{2} \quad (17.6)$$

φ_1 - coeficient de flambaj la compresiune cu excentricitate mare corectat datorită fisurării secțiunii;

φ - coeficient de flambaj pentru întreaga secțiune;

φ_c - coeficient de flambaj pentru partea comprimată a secțiunii (A_c) a elementelor comprimate excentric cu excentricitate mare.

Coeficientul de flambaj φ_c se calculează folosind gradul de zveltețe (sau coeficientul de zveltețe):

$$\beta_c = \frac{H'}{a_c} \quad \text{sau} \quad \lambda_c = \frac{H'}{i_c} \quad (17.7)$$

în care

β_c - grad de zveltețe pentru calculul lui φ_c ;

a_c - înălțimea părții comprimate a secțiunii A_c ;

λ_c - coeficient de zveltețe pentru calculul φ_c ;

$H' = H/2$ când diagrama momentului încovoietor își schimbă semnul pe înălțimea elementului (fig.17.3.a);

$H' = H$ când diagrama își păstrează
semnul pe toată înălțimea (fig. 3.b);
 i_c - raza de rotație a părții comprimate
a secțiunii A_c .

Calculul elementelor din zidărie
simplă la compresiune cu excentricitate
mare, la apariția fisurilor în cazul
 $e_{lim} \leq e_0 \leq 0,9 \cdot y$, în care:

$e_{lim} = 0,6 \cdot y$ - pentru grupări de încărcări
fundamentale;

$e_{lim} = 0,7 \cdot y$ - pentru grupări de încărcări
speciale,
se face cu relația:

$$N \leq \frac{R_{ti} \cdot A \cdot m_f}{\frac{A \cdot e_0}{W} - 1} \quad (17.8)$$

în care:

N - încărcarea de calcul (N);

R_{ti} - rezistența de calcul la fisurare
funcție de marca mortarului (N/mm²);

A - aria secțiunii transversale a
elementului comprimat (mm²);

m_f - coeficientul condițiilor de lucru

e_0 - excentricitatea de calcul $e_0 = M/N$
(mm);

W - modulul de rezistență în
stadiul elastic, al secțiunii (mm³).

Calculul la compresiune locală (strivire)

Compresiunea locală (strivirea) este
o solicitare des întâlnită la construcțiile
de zidărie, când încărcarea este
distribuită numai pe o porțiune a
suprafeței elementului de rezemare
(fig.17.4). Rezistența la compresiune
locală (strivire) a zidăriei este de obicei
mai mare ca rezistența la compresiune
a întregii zdării. Aceasta se justifică prin

faptul că restul zidăriei neîncărcate
limitează deformațiile transversale ale
zidăriei prin efectul de încorsetare pe
care îl exercită.

Calculul secțiunilor din zidărie simplă
la strivire se efectuează cu relația:

$$N_{str}^c = n \cdot N_{str}^n \leq \mu \cdot R_{str} \cdot A_{str} \quad (N) \quad (17.9)$$

în care :

N_{str}^c - valoarea încărcării locale de
calcul (N);

n - coeficientul încărcării;

N_{str}^n - intensitatea încărcării locale
normate (N);

R_{str} - rezistența de calcul la strivire
(N/mm²) ;

A_{str} - suprafața de strivire (aria
secțiunii la care se transmite încărcarea
în diverse cazuri: capetele grinzilor,
colțul peretelui) (mm²);

μ - coeficient de formă al diagramei
presiunilor transmise de încărcarea
locală și de redistribuirea eforturilor în
zona strivirii conform relației:

$$\mu = \bar{\mu}_\perp \bar{\mu}_\parallel \nu \quad (17.10)$$

în care:

$\bar{\mu}_\perp$ - coeficient de formă al diagramei
presiunilor după direcția perpendiculară
pe axa elementului ce reazemă și se
calculează cu relația:

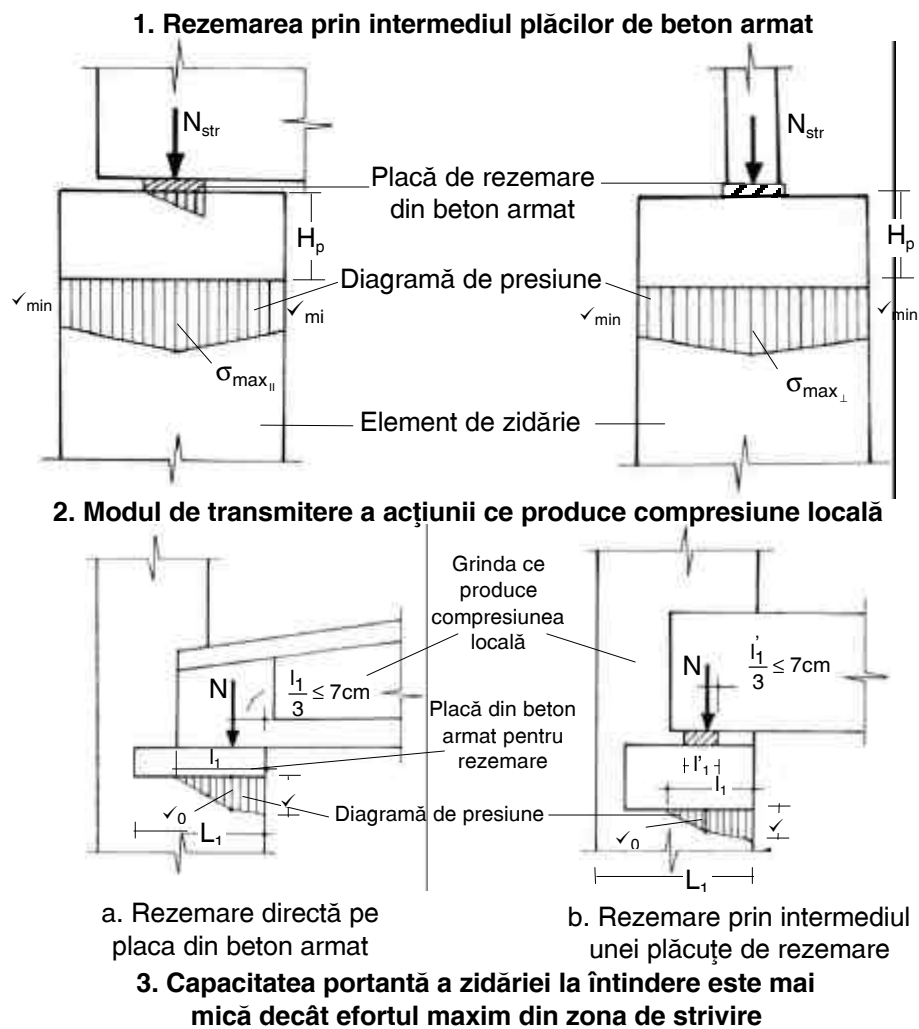
$$\bar{\Gamma} = \frac{N_{str}}{\sigma_{\max \perp} A_{str}} \quad (17.11)$$

N_{str} - intensitatea încărcărilor locale;

$\sigma_{\max \perp}$ - valoarea maximă din diagrama
presiunilor după direcție perpendiculară
cu axa elementului de rezemare;

A_{str} - suprafața de strivire;

Comportarea la compresiune locală (strivire) a elementelor de zidărie



3. Capacitatea portantă a zidăriei la întindere este mai mică decât efortul maxim din zona de strivire

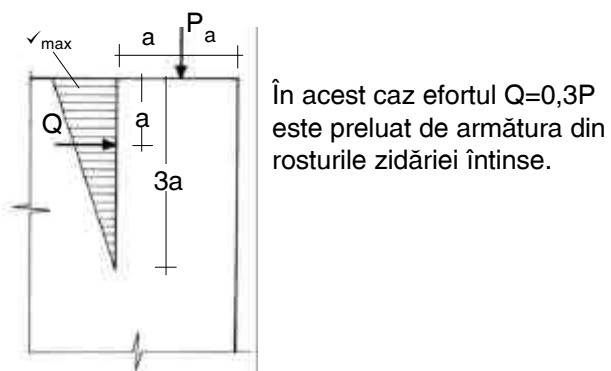


Fig.17.4 Rezemarea pe zidărie a elementelor ce produc compresiune locală (strivire)

$\bar{\mu}_\parallel$ - coeficient de formă al diagramei presiunilor după direcția paralelă cu axa elementului ce reazemă și se calculează cu relația:

$$\bar{I}_\parallel = \frac{N_{str}}{\sigma_{max\parallel} A_{str}} \quad (17.12)$$

în care:

N_{str} - intensitatea încărcărilor locale;

$\sigma_{max\parallel}$ - valoarea maximă din diagrama presiunilor după direcția paralelă cu axa elementului de rezemare;

v - coeficient ce ține seama de redistribuția eforturilor în zona strivirii:

$v=1$ - zidărie din b.c.a.

$v=(1,5...0,5) \bar{I}_\perp \bar{I}_\parallel$ - zidărie de cărămidă.

Coeficientul de formă al diagramei presiunilor transmise de încărcarea locală (μ) va avea valoarea $\mu=1$ când distribuția presiunilor este dreptunghiulară (zidărie din blocuri de b.c.a), $\mu=0,5$ când distribuția presiunilor este triunghiulară (zidărie de cărămidă).

Rezistența de calcul la strivire în ipoteza distribuției uniforme a presiunilor zidăriei se calculează cu relația (Bauschinger):

$$R_{str} = R \cdot \sqrt[3]{\frac{A_c}{A_{str}}} \leq 2 \cdot R \quad (17.13)$$

în care:

R_{str} - rezistența de rupere la compresiune locală (strivire) a zidăriei (N/mm^2);

R - rezistența de rupere a zidăriei la compresiune, uniformă pe întreaga secțiune, funcție de marca mortarului și a cărămizii (N/mm^2);

A_c - suprafața convențională de calcul la strivire, ce se calculează funcție de locul de aplicare a încărcării (mm^2);

A_{str} - suprafața de strivire (mm^2).

Plăcile de rezemare din beton armat se prevăd în cazul unor elemente de construcții din zidărie solicitate la compresiune locală în scopul unei distribuții judicioase a eforturilor de strivire (fig. 17.4).

Grosimea plăcilor (H_p) se adoptă ca multiplu de înălțimea unei asize cu condițiile:

$N_{str} < 10.000 \text{ daN}$ $H_p \geq 14 \text{ cm}$;

$N_{str} > 10.000 \text{ daN}$ $H_p \geq 22 \text{ cm}$.

Armarea plăcilor de rezemare se face cu două plase din oțel-beton, realizând un procentaj de armare mai mare de 0,5% după fiecare direcție.

Acțiunea N , ce are ca efect compresiunea locală, se poate transmite direct plăcii din beton armat sau prin intermediul unor plăcuțe de rezemare (fig.17.4).

Lungimea plăcii de rezemare din beton armat L_1 , dacă nu este limitată de dimensiunile elementelor de zidărie, trebuie să fie mai mare decât lungimea de rezemare a grinzii l_1 ($L_1 > l_1$).

În fig.17.4 este indicat punctul de aplicație a forței concentrate (reacțiunea grinzii) transmise plăcii de rezemare și în continuare elementului din zidărie.

Alegerea plăcii este corectă dacă este satisfăcută relația:

$$\sigma_{max} < 1,6 R \quad (17.14)$$

în care:

$\sigma_{\max}$ - efortul maxim ce apare în zidărie în zona de strivire;

R - rezistența de rupere a zidăriei la compresiune uniformă pe întreaga secțiune.

Distribuția presiunilor sub placa de rezemare din beton armat este indicată în diverse scheme funcție de modul de încărcare și distribuția eforturilor, în care mărimile razelor de influență ale compresiunii locale sunt calculate cu ajutorul relației:

$$S = \frac{\pi}{2} \cdot H_{\text{echiv}} \quad (17.15)$$

S - raza de influență;

H_{echiv} - înălțimea echivalentă a plăcii de distribuție.

Înălțimea echivalentă a plăcii de distribuție se calculează cu relația:

$$H = H_{\text{echiv}} = 2 \sqrt{\frac{E_{\text{pd}} \cdot I_{\text{pd}}}{E \cdot d}} \quad (\text{mm}) \quad (17.16)$$

în care:

H - înălțimea plăcii de distribuție (mm);

H_{echiv} - înălțimea echivalentă a plăcii de distribuție (mm);

E_{pd} - modulul de elasticitate al plăcii de distribuție (N/mm²);

I_{pd} - momentul de inerție al secțiunii plăcii de distribuție față de axa centrală perpendiculară pe lungimea plăcii de rezemare din beton armat L_1 ;

E - modulul de elasticitate al zidăriei;

d - dimensiunea plăcii de distribuție perpendiculară pe direcția de distribuție.

În cazul suprafeței de strivire amplasate la marginea peretelui, în

zona superioară a zidăriei apar eforturi mari de întindere.

Diagrama poate fi aproximată cu un triunghi având valoarea maximă în dreptul punctului de aplicare a forței.

Înălțimea zonei întinse se consideră de 1,5 ori mai mare decât lungimea porțiunii încărcate din zidărie ($1,5 \cdot 2a = 3a$).

Capacitatea portantă a zidăriei la întindere va fi asigurată de respectarea relației:

$$\sigma_{\max} \leq 1,8 \cdot R_{ti} \quad (17.17)$$

în care:

$\sigma_{\max}$ - efortul maxim de întindere ce apare în zidărie în zona de strivire;

R_{ti} - rezistența la întindere din încovoire a zidăriei (funcție de marca mortarului).

Dacă această condiție nu este respectată, efortul $Q=0,3 \cdot P$ (fig.17.4) trebuie preluat de armătura dispusă în rosturile zidăriei în zona întinsă.

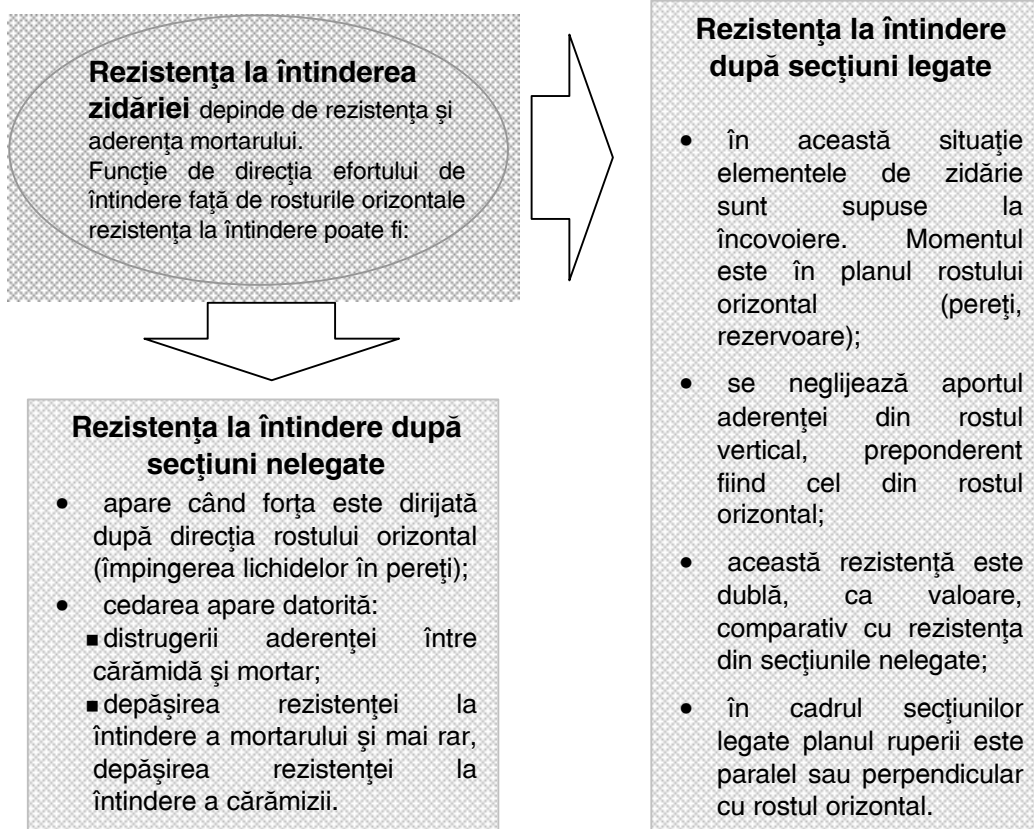
Calculul la întindere.

Rezistența la întindere a zidăriei depinde de rezistența și aderența mortarului și este funcție de direcția efortului de întindere față de rosturile orizontale (fig.17.5.I).

În figura 17.5.II se prezintă factorii de care depinde aderența între mortar și cărămidă.

Elementele din zidărie simplă solicitate la întindere se calculează cu relația:

$$N \leq R_p \cdot A \quad (17.18)$$



II.

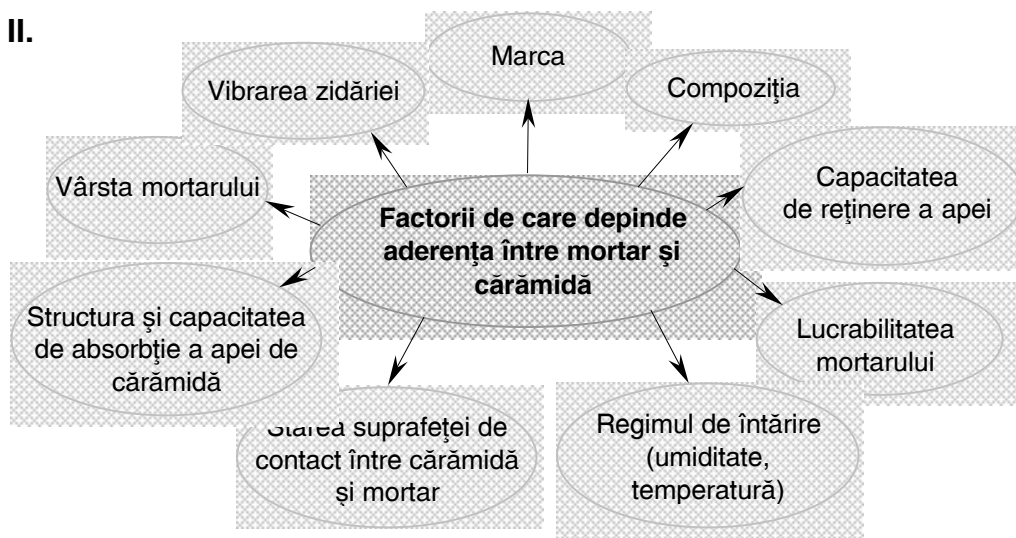


Fig. 17.5 Rezistența la întindere a zidăriei.
Factorii ce influențează aderența mortar cărămidă

în care:

N - încărcarea axială de calcul la întindere (N);

R_p - rezistența de calcul la eforturi principale de întindere (funcție de marca mortarului) N/mm^2 ;

A - aria secțiunii pe care se aplică efortul de întindere (mm^2).

Calculul la forfecare.

Solicitarea de forfecare la zidării va produce ruperea, ca și la întindere, în secțiuni nelegate sau legate.

În cazul cedării în secțiuni nelegate, efortul de forfecare este paralel cu rosturile orizontale (de exemplu reazemele bolților) și crește proporțional cu efortul de compresiune.

La ruperea în secțiuni legate efortul de forfecare este perpendicular pe rosturile orizontale (de exemplu consolele din zidărie) traversând cărămizile și rosturile verticale. Acest efort depinde în special de rezistența la forfecare a cărămizii.

Solicitarea la forfecare în cazul elementelor din zidărie nearmată, datorită forței tăietoare ce acționează în rosturile orizontale, presupune luarea în considerare a relației:

$$Q \leq (R_f + 0,8 \cdot f \cdot \sigma_c) \cdot A_c \quad (17.19)$$

în care:

R_f - rezistența de calcul la forfecare a zidăriei, funcție de marca mortarului;

σ_c - efortul unitar mediu de compresiune din secțiunea netă comprimată pentru $0,9N^n$ (N^n - încărcarea normată);

f - coeficient de frecare, ($f=0,7$ - solicitări statice; $f=0,5$ - solicitări dinamice);

A_c - aria secțiunii nete comprimate a zidăriei.

17.3. CALCULUL ZIDĂRIEI ARMATE

Calculul la compresiune centrică și excentrică

Necesitatea folosirii zidăriei armate apare în cazul sporirii capacității portante a elementelor cu sarcini mari, aplicate centric sau în cazul unor încărcări cu excentricități importante ale punctului de aplicație.

Armarea zidăriei de cărămidă conduce la reducerea dimensiunilor, la mărirea ductilității și la majorarea rezistenței la încărcări seismice.

Zidăria se poate arma transversal sau longitudinal (Cap. 16 - 16.4).

Armarea transversală a zidăriei preia eforturi de întindere care constituie una dintre cauzele ruperii zidăriei. Zidăria armată se execută prin pozarea plaselor din bare de oțel-beton în rosturile orizontale. Eficacitatea sporită a armăturii transversale apare în situația când excentricitatea $e_0 \leq 0,15 h$ și gradul de subțirime $\lambda \leq 15$ la secțiuni dreptunghiulare.

Armarea longitudinală este recomandată pentru excentricități $e_0 > 0,15 h$ și gradul de subțirime $\lambda > 15$; se folosește pentru mărirea capacității portante a elementelor de zidărie

supuse la vibrații sau la sarcini seismice.

Elementele de zidărie armate transversal comprimate centric se calculează cu relația:

$$N \leq \varphi \cdot R_{za} \cdot A \quad (17.20)$$

în care:

R_{za} - rezistența de calcul la compresiune centrică a zidăriei armate;

φ - coeficientul de flambaj determinat funcție de gradul (coeficientul) de zveltețe și caracteristica de elasticitate ($\alpha=1000$ sau 750);

A - aria echivalentă a secțiunii transversale a elementului.

Rezistența de calcul la compresiune centrică a zidăriei armate din relația de mai sus, se calculează astfel:

$$R_{za} = R + \eta \cdot R_a \quad (17.21)$$

în care:

R - rezistența de calcul a zidăriei simple, funcție de marca cărămizii și a mortarului (N/mm^2);

R_a - rezistența de calcul a armăturii;

μ - procentul de armare ce se determină cu relația:

$$\mu = \frac{V_a}{V_z} \cdot 100\% \quad (17.22)$$

în care:

V_a - volumul de armătură;

V_z - volumul zidăriei.

În cazul armării cu plase sudate (cu ochiuri pătrate) în rosturi orizontale, procentul de armare se determină cu relația:

$$\mu = \frac{2 \cdot A_a}{C \cdot S} \cdot 100(\%) \quad (17.23)$$

în care:

A_a - secțiunea armăturii;

C - latura ochiului plasei sudate;

S - distanța pe verticală între plasele sudate.

Calculul secțiunilor din zidărie armată transversal la compresiune cu excentricitate mică ($e_0 < 0,45y$) se realizează cu relația:

$$N \leq \varphi \cdot R_{za} \cdot A \cdot \psi \quad (17.24)$$

în care:

φ - coeficientul de flambaj determinat funcție de gradul (coeficientul) de zveltețe și caracteristica de elasticitate ($\alpha=1000$ sau 750);

R_{za} - rezistența de calcul la compresiune excentrică a zidăriei armate, conform relației de mai sus;

A - aria secțiunii transversale efective a elementului;

ψ - coeficient de reducere a capacității portante a elementului comprimat excentric, funcție de mărirea excentricității și forma secțiunii transversale.

Calculul secțiunilor de zidărie armată în cazul compresiunii cu excentricitate mare se face ca și pentru zidăria nearmată. Se acceptă acest calcul având în vedere că armarea transversală nu mărește rezistența zidăriei.

17.4. CALCULUL ZIDĂRIEI MIXTE

Calculul la compresiune centrică și excentrică

Zidăria mixtă folosește două sau, mai rar, trei materiale (beton, cărămidă,

piatră naturală). În mod obișnuit, întâlnim pereți realizați din beton (la exterior) și cărămidă (la interior). Conlucrarea între cele două materiale se realizează prin cărămizi de legătură care pătrund în stratul de beton atât prin execuția alternantă a zidăriei, cât și prin turnarea betonului.

Calculul elementelor de zidărie mixtă, alcătuită din straturi verticale de materiale diferite, se realizează prin adoptarea unei secțiuni echivalente, redusă la un singur strat omogen. Grosimile rămân constante, iar lățimile se reduc cu relația:

$$b_{k_{echiv}} = b_k \cdot \frac{R_k}{R} \quad (17.25)$$

în care:

b_k - lățimea efectivă a stratului k (mm);

$b_{k_{echiv}}$ - lățimea echivalentă a stratului k (mm);

R_k - rezistența de calcul la compresiune (N/mm^2);

R - rezistența de calcul la compresiune a stratului de referință față de care se calculează zidăria mixtă (N/mm^2).

Rezistența de calcul echivalentă convențională a zidăriei mixte, la care straturile se deformează solidar, iar capacitatea portantă este influențată de stratul principal, se determină cu relația:

$$R_{echiv} = \frac{\sum m_i A_i R_i}{\sum A_i} \quad (17.26)$$

în care:

m_i - coeficienți ai condițiilor de lucru pentru diferite straturi ale zidăriei mixte, funcție de material;

A_i - ariile secțiunilor straturilor (mm^2);

R_i - rezistențele de calcul ale diferitelor straturi (N/mm^2).

Calculul secțiunilor din zidărie mixtă la compresiune centrică se realizează cu relația:

$$N \leq \varphi \cdot R_{echiv} \cdot A \quad (17.27)$$

în care:

N - sarcina de calcul (N);

φ - coeficientul de flambaj determinat funcție de gradul (coeficientul) de zveltețe și caracteristica de elasticitate ($\alpha=1000$ sau 750).

R_{echiv} - rezistența de calcul echivalentă convențională la compresiune a zidăriei mixte determinată cu relația de mai sus (N/mm^2);

A - aria secțiunii transversale a elementului (mm^2).

Pereții din zidărie mixtă, solicitați la compresiune cu excentricitate mică, se calculează cu relația:

$$N \leq m_u \cdot \varphi \cdot R_{echiv} \cdot A \cdot \psi \quad (17.28)$$

în care:

N - încărcarea de calcul (N);

A - aria totală a secțiunii efective a straturilor portante (mm^2);

R_{echiv} - rezistența de calcul echivalentă convențională la compresiune a zidăriei mixte, calculată cu relația de mai sus (N/mm^2);

φ - coeficientul de flambaj determinat funcție de gradul (coeficientul) de

zveltețe și caracteristica de elasticitate ($\alpha=1000$ sau 750);

ψ - coeficient de reducere a capacității portante a elementului comprimat excentric, funcție de mărimea excentricității și forma secțiunii transversale.

Coeficientul m_u , influențat de legăturile transversale ale zidăriei mixte, în cazul compresiunii excentrice, se calculează cu relația:

$$m_u = m_0 \left(1 - \frac{e_0}{4y}\right) \quad (17.29)$$

în care:

$m_0=1$ - legături transversale ale zidăriei la distanțe de cel mult 40 cm;

$m_0=0,9$ - legături transversale ale zidăriei pe înălțime maximă de 60 cm;

e_0 - excentricitatea de calcul în raport cu centrul de greutate al secțiunii echivalente;

y - distanța de la centrul de greutate al secțiunii până la marginea cea mai comprimată.

Secțiunile din zidărie mixtă la compresiune cu excentricitate mare, se determină cu relația:

$$N \leq m_u \cdot \varphi_1 \cdot R_{echiv} \cdot A \cdot \psi_1 \quad (17.30)$$

în care:

Coeficientul ψ_1 se calculează cu relația:

$$\psi_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{A'_{echiv}}{A_{echiv}}\right)^2} \quad (17.31)$$

în care:

A_{echiv} - aria secțiunii echivalente (mm^2);

A'_{echiv} - aria zonei comprimate a secțiunii echivalente care echilibrează forța acționând excentric (mm^2). În cazul când diagrama eforturilor unitare este dreptunghiulară, se determină cu relația:

$$A'_{echiv} = 2 \cdot b_{k\ echiv} \cdot (y - e_0) \quad (17.32)$$

Coeficientul de flambaj φ_1 se stabilește cu relația:

$$\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi'}{2} \quad (17.33)$$

în care:

φ - coeficient de flambaj pentru secțiunea A_{echiv} ;

φ' - coeficient de flambaj pentru secțiunea A'_{echiv} .

17.5. CALCULUL STRUCTURILOR DIN ZIDĂRIE LA ÎNCĂRCĂRI VERTICALE ȘI ORIZONTALE

Pereții portanți din zidărie simplă, armată sau/și întărită cu stâlpișori din beton armat ce formează o structură tip diafragmă au o comportare bună la acțiuni seismice, datorită rezistenței la rupere sau/și fisurare mărite, a degradării limitate la acțiuni ciclice și având o ductilitate corespunzătoare.

La clădirile de zidărie, considerate rigide, cu perioada fundamentală joasă, influența reducerii sarcinii seismice ($\sigma=1$) depinde de ductilitate.

Cu cât factorul de ductilitate este mai mare, cu atât forțele seismice ce acționează structura vor fi mai mici. Pentru o bună comportare la cutremur se acceptă structuri cu ruperi ductile în detrimentul ruperilor casante. Trebuie

redus la minim riscul prăbușirii în timpul unui cutremur sever.

Comportarea diafragmelor din zidărie depinde de grosimea inimii, zveltețea peretelui, de tipul de solicitare principală, de modul de plasticizare a extremităților peretelui, de existența armăturii pentru preluarea forțelor tăietoare.

Structurile din pereți portanți din zidărie pot fi calculate la încărcări orizontale prin: determinarea capacității de rezistență a elementelor de construcții, a clădirii în ansamblu și compararea cu solicitarea de calcul.

Alt mod de calcul este cel cu considerarea conlucrării spațiale la care solicitările aferente pereților se determină funcție de rigiditatea relativă a acestora (aceleași principii ca la beton armat dar cu corecturi specifice zidăriei).

Capacitatea de rezistență a diafragmelor din zidărie (un mod de calcul simplificat și aproximativ) se stabilește pe baza dimensiunilor acestora, a alcătuirii constructive, a încărcărilor verticale ce acționează.

Capacitatea de rezistență se exprimă sub forma mărimii forței tăietoare capabile. Ea se determină pentru una din solicitări; compresiune excentrică cu excentricitate în planul pereților, forfecarea rostului orizontal și eforturi principale de întindere în secțiuni înclinate.

Se vor compara capacitățile de rezistență minime însumate a

diafragmelor din zidărie, pentru fiecare direcție principală corectată cu coeficientul condițiilor de lucru, cu forța seismică totală la nivelul respectiv. Efectul torsiunii este înglobat în coeficientul încărcării (5).

Ipotezele pe care se bazează, calculul la capacitate portantă sunt:

- planșeele, ce leagă pereții portanți de zidărie prin intermediul centurilor, au o rigiditate suficientă pentru redistribuirea încărcărilor, după ce unul sau mai multe elemente au atins valoarea capacității de rezistență. La această redistribuire a încărcărilor pot fi antrenate elemente care mai au rezerve de rezistență.
- coeficientul condițiilor de lucru corectează neconcordanța dintre comportarea reală și ipotezele admise de redistribuirea încărcărilor (de exemplu deteriorarea unor elemente cu rezistență mică și ieșirea lor din lucru înainte de timp fără să lucreze în domeniul plastic);
- se acceptă ipoteza distribuirii solicitărilor orizontale în funcție de capacitatea de rezistență a elementelor componente pentru calculul la torsiune a structurii și pentru verificarea fundațiilor;
- în cazul conlucrării elementelor de beton armat înglobate în zidărie se consideră rezistența acestora afectată de un coeficient al condițiilor de lucru care ține cont de diferența de rigiditate a acestor materiale;
- la calculul pereților din zidărie cu goluri de uși și ferestre se va considera efectul favorabil al buiandrugilor.

Elementul component din structura spațială a pereților de zidărie (diafragmă, montan) lucrează ca o consolă verticală încastrată la bază și solicitată de forțe seismice la fiecare nivel. La nivelul planșeului se vor considera legături de tip pendular (planșee fără buiandrugii) sau de tipul buiandrugului cu încastrare elastică.

Încastrarea diafragmelor din zidărie se consideră la nivelul superior al fundațiilor pentru clădirile cu subsol sau la nivelul soclului la clădirile fără subsol. Dacă rigiditatea subsolului este mai mare decât cea a suprastructurii, nivelul de încastrare a diafragmelor din zidărie se consideră planșeul peste subsol.

În cazul structurilor cu compartimentare deasă, uniformă calculul la capacitate portantă se realizează numai pentru nivelul de bază. În celelalte cazuri calculul se face la fiecare nivel.

Calculul la capacitatea de rezistență a structurii din diafragme de zidărie, în ansamblul ei și verificarea nivelului de siguranță se face cu relația:

$$\eta \sum_{k=n}^{k=j} S_k \leq m \sum_{i=1}^{i=t} T_{c,ij} \quad (17.34)$$

în care:

S_k - sarcina seismică la nivelul k ;

$T_{c,ij}$ - forța tăietoare capabilă minimă a diafragmei de zidărie i , la nivelul j ;

η - coeficient de supraîncărcare, care ține seama de efectul torsiunii și se determină cu relația:

$$\eta = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n \Delta S_i}{\sum_{k=1}^n S_k} \quad (17.35)$$

în care:

$\sum \Delta S_i$ se determină după cele două direcții principale ale construcției funcție de forțele tăietoare ale diafragmelor, excentricitățile față de centrul masiv sau centrul de rigiditate, sarcina totală seismică;

$\sum_{k=1}^n S_k$ - sarcina seismică totală;

m - coeficientul condițiilor de lucru funcție de direcția de acțiune a sarcinii seismice (longitudinal, transversal), de tipul planșeului (monolit, prefabricat), de raportul dimensiunilor clădirii (lățime, lungime);

n - numărul de nivele ale clădirii;

t - numărul total de diafragme din zidărie pe direcția de calcul.

Calculul la capacitatea de rezistență la compresiune excentrică a zidăriei simple

Determinarea forței tăietoare capabile pentru diafragme de zidărie se realizează cu relația (fig.17.6):

$$T_{cMk} = \frac{M_{ck}}{Z_k} = \frac{Ne_0}{Z_k} = \frac{1,25RS_c}{Z_c} \quad (17.36)$$

în care:

T_{cMk} - forța tăietoare capabilă la compresiune excentrică a diafragmei din zidărie simplă i la nivelul k ;

M_{ck} - momentul încovoietor maxim al diafragmei respective la nivelul k ;

N sarcina verticală maximă aferentă diafragmei la nivelul de calcul;

Z_k distanța pe verticală de la secțiunea de calcul la punctul de aplicație al rezultantei forțelor orizontale care acționează deasupra nivelului de calcul;

R rezistența de calcul la compresiune a zidăriei;

S_c momentul static al secțiunii comprimate (A_c) în raport cu axa care trece prin centrul de greutate al secțiunii, se determină cu relația:

$$S_c = A_c e_0 \quad (17.37)$$

în care: $A_c = \frac{N}{1,25R} \quad (17.38)$

e_0 distanța între punctul de aplicație al lui N și centrul de greutate al ariei comprimate A_c ;

Coeficientul de flambaj se consideră egal cu unitatea.

Se admite ca zona întinsă să aibă lungimea maximă jumătate din lungimea diafragmei.

Pentru secțiuni dreptunghiulare ale diafragmei de zidărie, forța tăietoare capabilă are relația:

$$T_{cMk} = \frac{NI}{2Z_k} \left(1 - \frac{N}{1,25Rb} \right) \leq \frac{NI}{4Z_k} \quad (17.39)$$

Semnificațiile datelor din relație sunt date în fig.17.6.

În expresiile forței tăietoare capabile s-a considerat că punctul de aplicație al forței verticale maxime N coincide cu centrul de greutate al secțiunii.

În cazul în care forța N se aplică excentric fără ca diafragma să fie acționată de forțe orizontale, forța

tăietoare capabilă se determină cu relația:

$$T_{cMk} = \frac{N(e_0 \pm d)}{Z_k} \quad (17.40)$$

în care:

d distanța de la punctul de aplicare al forței N la centrul de greutate al secțiunii.

Momentul static al ariei comprimate (A_c) se determină cu relația:

$$S_c = A_c (e_0 \pm d) \quad (17.41)$$

Calculul la capacitatea portantă la compresiune excentrică a zidăriei întărită cu stâlpișori din beton armat

Determinarea forței tăietoare capabile pentru diafragme din zidărie se realizează cu relația:

$$T_{cMk} = \frac{M_{ck}}{Z_k} = \frac{1}{Z_k} (R_b S_b + R S_z - N y_N) \quad (17.41)$$

în care:

T_{cMk} forța tăietoare capabilă la compresiune excentrică a diafragmei (i) din zidărie întărită cu stâlpișori din beton armat, la nivelul k;

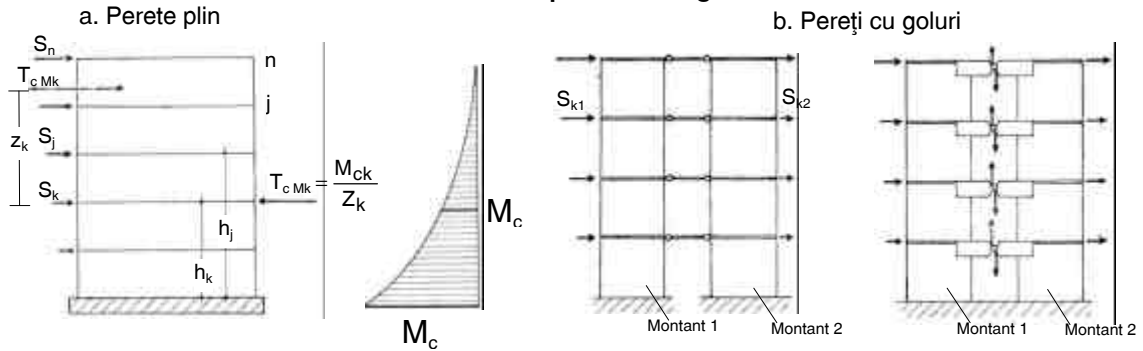
M_{ck} momentul încovoietor maxim capabil al diafragmei respective la nivelul de calcul k;

Z_k distanța pe verticală de la secțiunea de calcul la punctul de aplicație al rezultantei forțelor orizontale care acționează deasupra nivelului de calcul;

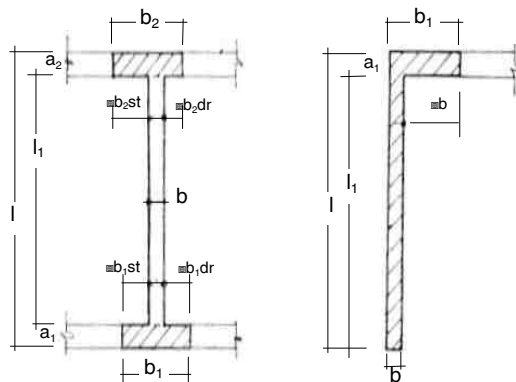
R rezistența de calcul la compresiune a zidăriei;

Calculul diafragmelor din zidărie

1. Scheme de calcul pentru diafragme din zidărie

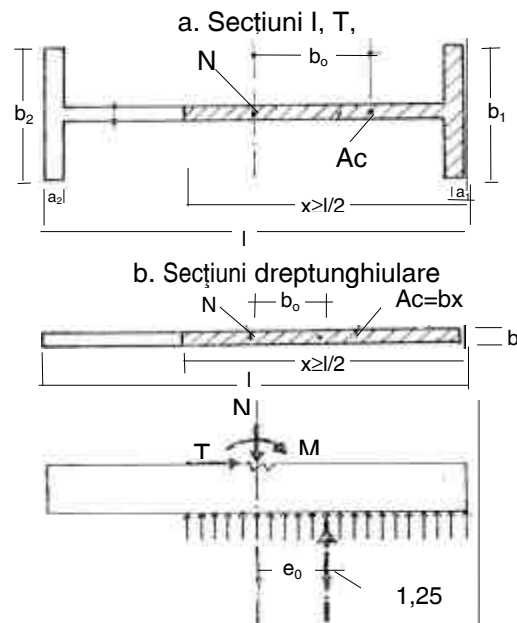


2. Dimensiunile lărimii tălpilor la secțiunile în formă de I, T, L



$b \leq$ distanța până la primul gol
cu $h_{gol} > 0,4h_{et}$
 $b \leq 3a$ $b_1 = b + b_{1,st} + b_{1,dr}$
 $b_1, b_2 \leq \frac{l}{2}$; $b_2 = b + b_{2,st} + b_{2,dr}$

3. Secțiuni de zidărie simplă solicitate la compresiune excentrică



4. Secțiuni de diafragme din zidărie întărite cu stâlpișori de beton armat

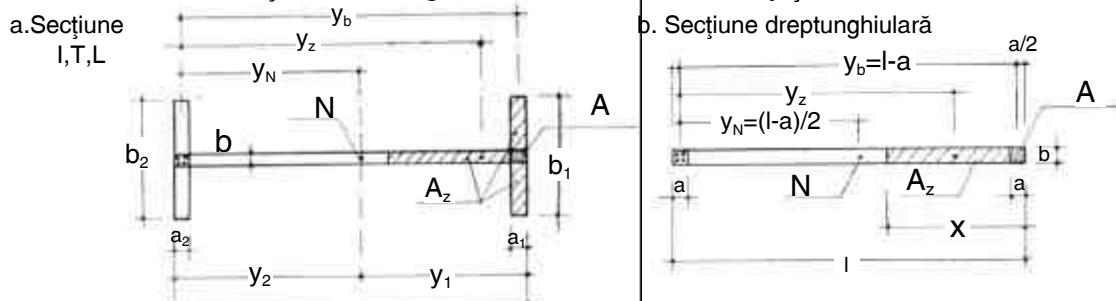


Fig. 17.6 Elemente de calcul pentru diafragme din zidărie solicitate la compresiune excentrică

R_b rezistența de calcul la compresiunea betonului;

S_b momentul static al ariei comprimate de beton în raport cu centrul de greutate la armăturii întinse;

S_z momentul static al ariei comprimate al zidăriei în raport cu axa care trece prin centrul de greutate al secțiunii;

N sarcina verticală maximă aferentă diafragmei din zidărie la nivelul de calcul;

Y_N distanța de la centrul de greutate al armăturii întinse la axul care trece prin punctul de aplicație al forței verticale N .

Calculul lui S_b și S_z se realizează cu aria comprimată A_c din echilibrul forțelor în proiecție verticală:

$$A_c = A_z + A_b \quad (17.42)$$

$$A_a = \frac{N + A_a R_a - A_b R_b}{R} \quad (17.43)$$

$$S_z = A_z y_z \quad S_b = A_b y_b \quad (17.44)$$

Pentru simplificare se vor neglija armăturile din zona comprimată și nu se va considera în calcul aria stâlpișorilor în porțiunea mijlocie la secțiunile diafragmelor cu stâlpișori marginali. Armătura din zona întinsă se va lua în considerare în calcul indiferent de procentul de armare al secțiunii complexe a diafragmei.

Forța tăietoare capabilă la compresiune excentrică pentru diafragme din zidărie întărite cu stâlpișori din beton armat se determină cu relația:

$$T_{cMk} = \frac{bR}{Z_K} \left[\frac{R_b a}{R} (l - a) + (x - a) \left(l - a - \frac{x}{2} \right) \right] - \frac{N(l - a)}{2Z_K} \quad (17.45)$$

în care:

$$x = \frac{N + A_a R_a}{bR} - a \left(\frac{R_b}{R} - 1 \right) \quad (17.46)$$

pentru $x > a$

Semnificațiile din aceste relații sunt date în fig.17.6.

PEREȚI DIN BETON ARMAT

18.I. PEREȚI DIN BETON ARMAT MONOLIT

18.I.1. GENERALITĂȚI

Dezvoltarea pe verticală a clădirilor, datorită utilizării raționale a perimetrului urban, prin reducerea la minimum a suprafeței construite pe teren, a condus la folosirea elementelor verticale de rezistență (pereți) din beton armat.

Aceste elemente verticale ale structurii de rezistență (diafragme) preiau eforturi care depășesc capacitatea portantă a zidăriei.

Pereții din beton armat monolit s-au impus la noi în țară, la clădirile înalte, datorită faptului că tehnologia de execuție se caracterizează prin productivitate ridicată.

Avantaje

Comparativ cu pereții tradiționali din zidărie, diafragmele din beton armat au

o serie de avantaje:

- capacitatea portantă la compresiune de 5-10 ori mai mare a betonului decât a zidăriei de cărămidă -ceea ce conduce la realizarea clădirilor până la 20 nivele, față de 7 nivele cât se pot construi pe structură de pereți portanți din zidărie de cărămidă;
- comportarea bună la sarcini orizontale (cutremur, vânt), având în vedere preluarea în bune condițiuni a eforturilor de întindere de către betonul armat;
- un consum mai redus de oțel-beton, comparativ cu structurile pe cadre;
- realizarea unei creșteri a productivității muncii pe șantier și, deci, o reducere a consumului de manoperă și a duratei de execuție.

Tipuri de structuri

Modul de distribuție, în cadrul partiului, a pereților din beton armat conduce la

realizarea a două tipuri de structuri:
structura de tip fagure și structura de tip celular.

Structura de tip fagure are pereții portanți dispuși în jurul încăperilor, deci la distanțe scurte (3-4 m).

Pereții din beton armat, preluând și sarcinile din panșee, vor transmite încărcările la fundații tălpi continue, sau care pot fi și tălpi încrucișate sau radiere generale.

Din punct de vedere funcțional, această structură se folosește la clădiri de locuit, cămine, hoteluri, care au același partiu la toate nivelele.

Execuția pereților, la acest tip de structură, se realizează cu ajutorul cofrajelor (de același tip pe toată înălțimea etajului): glisante, metalice spațiale și de inventar (refolosibile).

Structura tip fagure are dezavantajul unui partiu rigid, care nu poate fi modificat ulterior.

Structura tip celular are pereții dispuși la distanțe mai mari, în jurul apartamentelor. Între diafragmele de beton, pentru completarea structurii de rezistență, se dispun cadre.

Sarcinile verticale sunt transmise la fundații prin intermediul diafragmelor și al cadrelor, în timp ce sarcinile orizontale (cutremur, vânt) sunt preluate în cea mai mare parte de diafragme. Sistemul celular se poate folosi și la clădiri unde se cere o schimbare ulterioară a funcționalului, în limitele celei (clădiri de locuit, administrative, spitale).

În cadrul acestui sistem, diafragmele sunt folosite mai eficient, comparativ cu sistemul fagure, unde, de obicei, armătura rezultă din considerente constructive și din prevenirea contracției betonului.

18.1.2. ALCĂTUIRE CONSTRUCTIVĂ

În cadrul structurii de rezistență, pereții din beton armat monolit (diafragme) se dispun, în planul clădirii, după direcția longitudinală, transversală (sau cu diafragme cu nucleul central).

Pereții din beton monolit se vor poza simetric față de axele clădirii și vor avea momente de inerție ce vor diferi cât mai puțin.

La dimensiuni diferite ale diafragmelor, sunt repartizate sarcini orizontale diferite, ceea ce conduce la o solicitare diferențiată a fundațiilor.

Această dispunere echilibrată se face astfel încât centrul de greutate al clădirii să corespundă cu centrul de rigiditate, pentru a evita apariția, în zonele seismice, a torsiunilor în structura de rezistență.

Diafragmele se pot realiza în diverse forme: diafragme pline, cu goluri, rezemate pe stâlpi.

Grosimea minimă a pereților interiori este de 15 cm din considerente de izolare fonică.

Pereții exteriori din beton armat monolit se realizează din trei straturi cu funcții diferite: strat de rezistență (8-15 cm), strat de izolare termică și strat de protecția izolației (5 cm).

Stratul de izolare termică se dimensionează funcție de necesitățile funcționale ale clădirii, zona climatică de amplasare a clădirii și economia de energie a combustibilului consumat pentru încălzire în perioada de exploatare a clădirii.

Menținerea poziției corecte a stratului de izolație termică în timpul turnării betonului se realizează cu dispozitive speciale fixate în cofraj.

În zonele susceptibile formării punților termice, la intersecția pereților exteriori cu cei interiori, cu planșeele, cât și la colțuri, termoizolația se va realiza astfel ca să micșoreze substanțial fluxul termic.

În cadrul pereților exteriori, se va prevedea o barieră contra vaporilor, pe suprafața interioară a termoizolației, în scopul îmbunătățirii comportării pereților la difuzia vaporilor. Bariera oprește pătrunderea vaporilor de apă în termoizolație și posibilitatea de condensare a acestora. Apa, cu conductivitate termică mai mare de 25 de ori decât aerul l-ar înlocui pe acesta din pori.

Pereții interiori, care spre exteriorul construcției nu se leagă de alți pereți, pentru montarea ușoară a armăturii verticale sunt prevăzuți cu îngroșări, care măresc stabilitatea și preiau eforturile suplimentare ce se concentrează în aceste zone. Capetele libere ale diafragmelor, la exterior, se leagă între ele cu grinzi ce au rol de buiandrug, pentru montarea ferestrelor

fiind încărcăți cu sarcini din pereți neportanți exteriori.

Numărul și poziția golurilor pentru uși se stabilesc din condiții funcționale, dar și funcție de necesitățile structurale ale diafragmei.

La construcțiile multietajate cu diafragme, unde la parter sau subsol condițiile de exploatare necesită spații funcționale flexibile (spații comerciale) sarcinile orizontale sunt transmise la stâlpii parterului sau ai subsolului (care au o solicitare sporită, datorită rigidității mari a părții superioare a clădirii), prin intermediul unor grinzi-pereți. Datorită schimbării traseului eforturilor această soluție conduce la o armare sporită a diafragmelor.

Armarea pereților. Armătura din diafragme rezultă, în general, funcție de eforturile la care sunt solicitate.

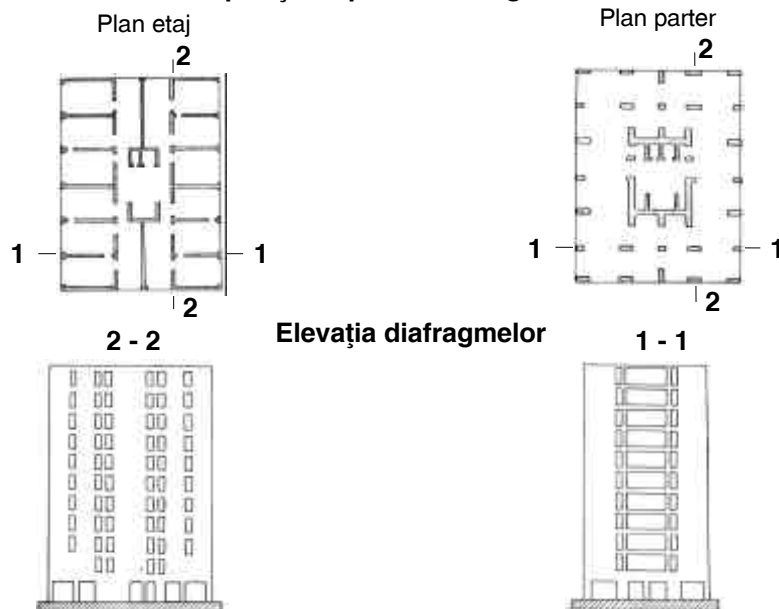
Pereții din beton armat monolit se armează cu două plase din bare de oțel-beton. Cele două plase se leagă între ele cu agrafe metalice.

Înnădirea plaselor, atât pe direcția barelor orizontale, cât și a celor verticale, se realizează prin suprapunere. Ancorarea plaselor sudate din diafragme se realizează la intersecții, la bordarea golurilor, prin prelungirea barelor orizontale pe o lungime de 60 d.

Dacă nu rezultă armătură de calcul, se va realiza o armare constructivă, alcătuită din plase continue pe primele două etaje și pe ultimul.

Structuri din pereți de beton armat monolit

Dispoziția în plan a diafragmelor



Detalii de îmbinare la pereții exteriori din beton armat monolit

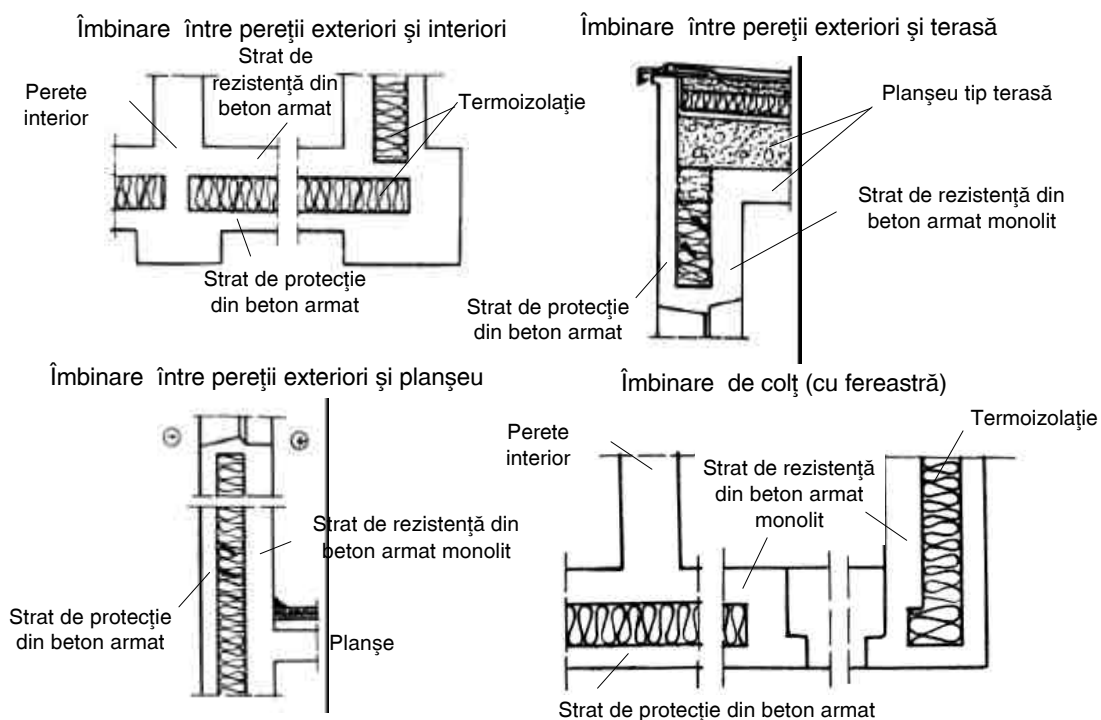
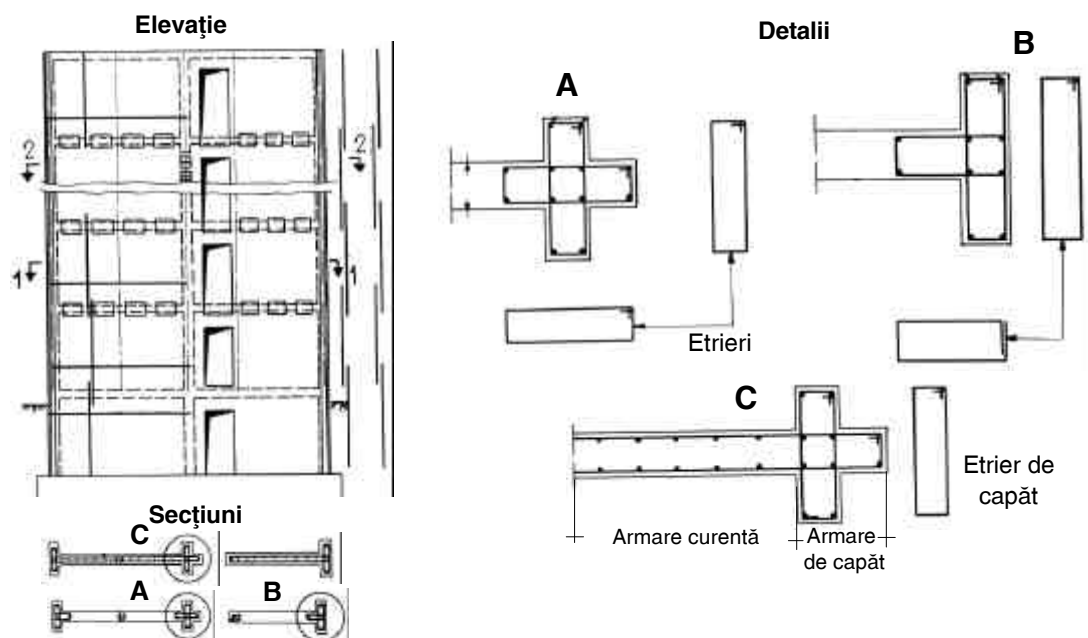
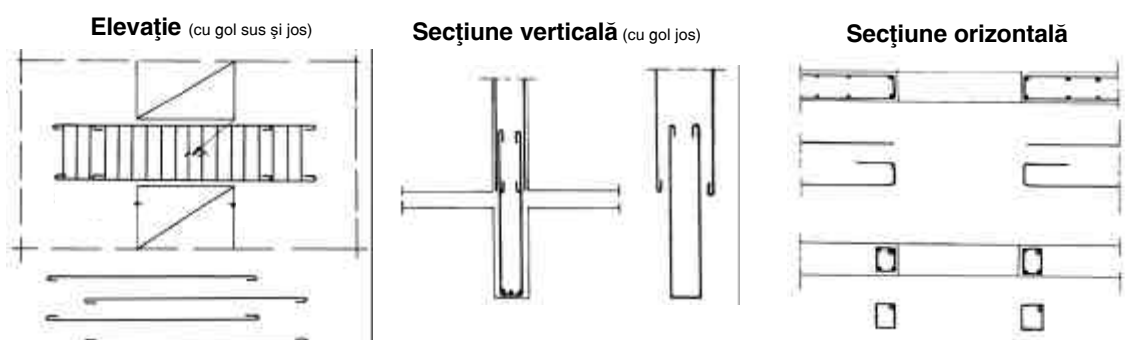


Fig. 18.I.1 Clădiri cu structuri din pereți de beton armat monolit. Plan parter. Elevație diafragme. Detalii îmbinări.

Armarea pereților din beton armat monolit



Armarea pereților din beton armat în zona golurilor



Armarea pereților exteriori din beton armat

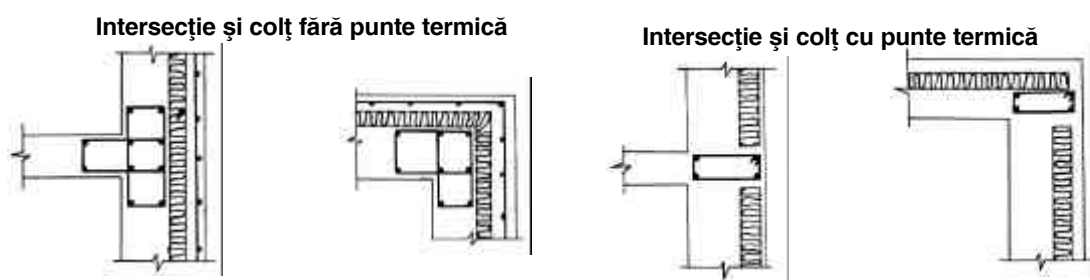


Fig. 18.I.2 Armarea pereților din beton armat monolit. Elevație. Secțiuni. Detalii

La restul nivelelor, armătura se amplasează în diafragme: la extremități, la intersecții, la bordarea golurilor și a tijelor de glisare.

18.1.3. TEHNOLOGIE DE EXECUȚIE

Din principale capitole de lucrări, din totalul manoperei, pentru un metru cub de beton monolit, cofrarea consumă 40 %. Din această cauză alegerea procedeele de cofrare, imprimarea formei corespunzătoare necesităților funcționale și constructive ale clădirii constituie una dintre problemele principale ale tehnologiei de execuție a diaframelor.

Pereții din beton armat monolit se execută cu: cofraje de inventar; cofraje metalice plane și spațiale (fig. 18.1.2).

Cofrajele de inventar trebuie să aibă un caracter flexibil în utilizare, adaptându-și caracteristicile geometrice la condițiile efective ale lucrării de executat, folosind calitatea panoului de a se putea demonta ușor și apoi recompune pe modelul altui perete. Eficiența economică a cofrajului de inventar este asigurată de posibilitatea utilizării lui de un număr de ori cât mai mare. În acest sens este obligatoriu stabilirea unor reguli de dimensionare a pereților din beton monolit, într-o serie modulară unică. Folosind un modul de bază unic, se va obține o concordanță între dimensiunile suprafețelor de cofraj și cofrajele de inventar.

Obținerea unor toleranțe admisibile ale elementelor de beton este determinată de execuția unor panouri

de cofraj, cu dimensiuni bine determinate. Toleranțele apărute la panourile de cofraj, cât și din trasare la execuție se pot prelua prin zonele de completare de cofrare locală.

Cofraje metalice plane și spațiale. Avantajele acestei tehnologii sunt:

- reducerea consumului de material lemnos; reducerea consumului de manoperă;
- turnarea de pereți din beton cu suprafețe plane netede, care nu mai necesită tencuieli.

Cofrajele metalice plane sunt alcătuite dintr-o suprafață cofrantă dintr-un element sau mai multe elemente modulate.

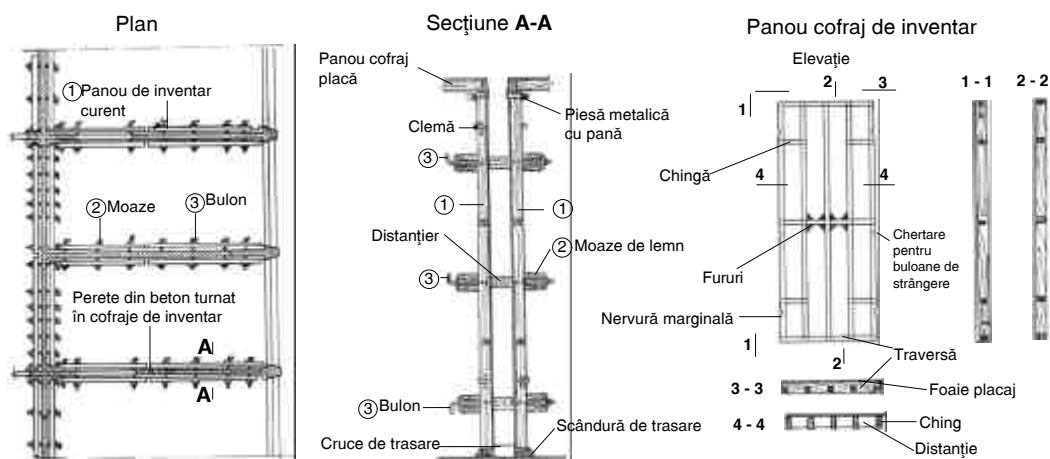
Această față cofrantă este prevăzută cu o instalație de încălzire pentru tratare termică a betonului. Menținerea planeității acestei fețe, la manipulare, transport, montaj și împingerea betonului proaspăt se realizează cu un schelet de rigidizare. Strângerea a două cofraje, montate pe fețele opuse ale peretelui de beton, se realizează cu pane sau șuruburi.

La îmbinarea panourilor metalice, mai există elemente speciale, demontabile, așezate în prelungire (sau în unghi). Tot în setul cofrajelor metalice există elemente demontabile pentru supraînălțarea cofrajelor, în cazul execuției unor pereți cu înălțime mai mare.

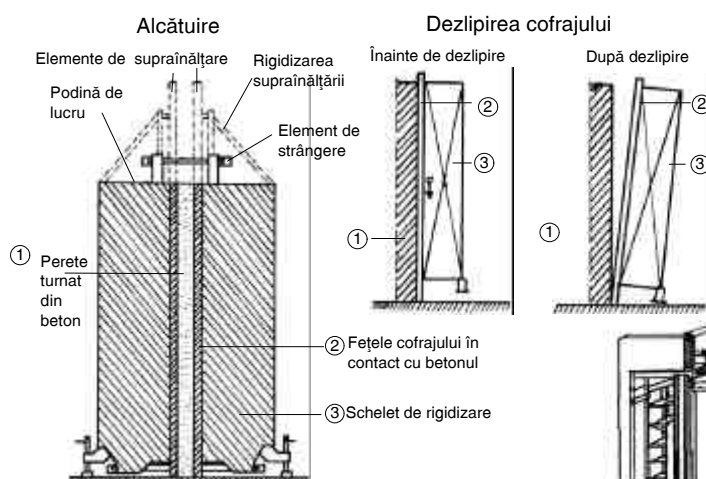
Operația de desprindere a cofrajelor de suprafața de beton se face prin

Tehnologie de execuție a pereților din beton armat monolit

Cofraje de inventar



Cofraj metalic plan



Cofraj metalic spațial

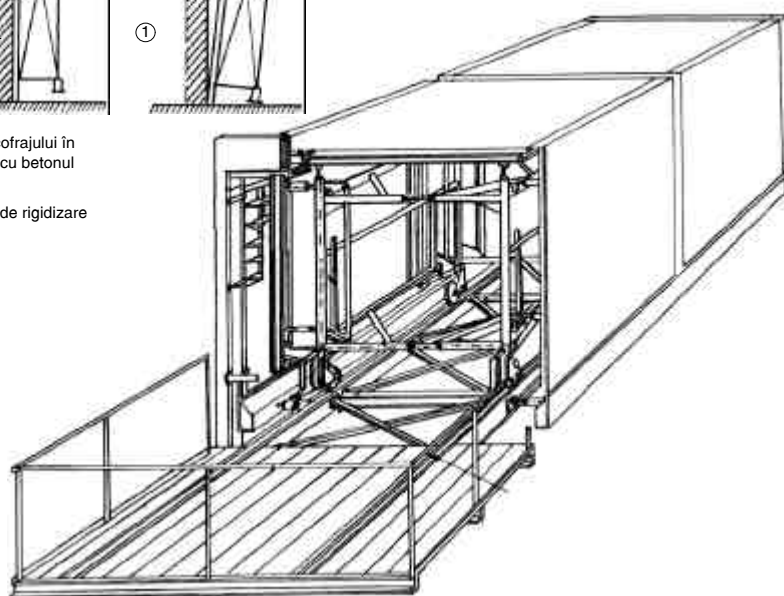


Fig. 18.I.3 Pereți din beton armat monolit (diafragme) Tehnologii de execuție (variante).

dezlipire în pană, datorită greutateii mari a cofrajului la desfacerea legăturilor între panourile montate față în față.

Ridicarea panoului de cofraj (după decofrare) se va face cu ajutorul macaralei.

Dimensionarea cofrajelor metalice se face la presiunea betonului proaspăt, la care se adaugă greutatea proprie, astfel ca săgeata maximă să fie mai mică de $1/500$ din lungimea dintre elementele de strângere.

Cofrajele metalice spațiale, de dimensiunea unei camere, folosesc o linie tehnologică mobilă.

După turnarea și întărirea betonului, se decofrează, iar cutiile metalice sunt extrase pe părțile laterale și transportate la etajul următor.

În poziția fiecărei camere se montează cofrajele laterale pentru pereți pe o înălțime de 20 cm, cale de rulare și pasarela de scoatere în exterior a cofrajului metalic. În continuare, se montează cofrajele spațiale compuse dintr-un cărucior rulant pe care se află panourile mari de cofraj. Pereții laterali se cofrează prin acțiunea pârghiilor, iar pozarea pe verticală a întregului cofraj spațial se realizează cu ajutorul unor dispozitive cu manivelă.

Disponerea în șah a cofrajelor spațiale metalice permite montarea armăturii.

După decofrare (care se execută manual), cofrajele spațiale se scot din camere prin rulare pe pasarele exterioare.

Execuția planșelor la structuri cu diafragme.

Planșeele clădirilor cu structura de rezistență alcătuită din diafragme de beton armat se realizează din beton armat monolit sau din panouri mari, prefabricate.

Rezemarea planșelor se realizează în golurile lăsate în diafragme și pe buiandrugi (fig. 18.1.3). La planșeul monolit, cu placa armată în două direcții, continuitatea pe reazem se realizează prin introducerea, în goluri, la partea superioară, a unor bare din oțel-beton.

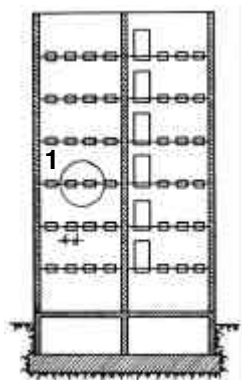
Panouri mari prefabricate au cele două dimensiuni mai mici decât deschiderile între diafragme, pentru a facilita introducerea prefabricatului la poziția din proiect. Panourile prefabricate au armătura sub formă de bucle, dispusă în mod uniform pe întreg perimetrul.

Rezemarea se face în golurile lăsate în diafragme, în care se introduc bare din oțel-beton sub formă de etrieri. Prin intermediul golurilor se realizează continuitatea planșelor la acțiunea sarcinilor verticale și orizontale.

Pe porțiunea de legătură între panourile prefabricate și pereții din beton se realizează centuri monolite pe contur; betonul din aceste centuri este cofrat cu elemente de inventar fixate în diafragme, iar armătura este alcătuită din bare longitudinale așezate pe contur, legate cu mustățile-bucă din panouri, având rol de etrieri.

Planșee la structuri cu pereți din beton armat monolit

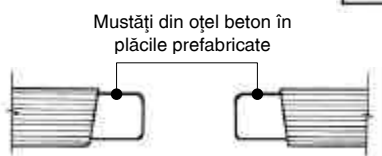
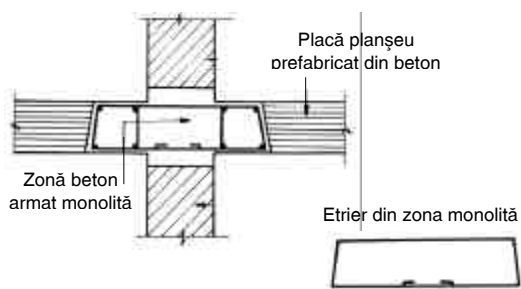
Poziționarea golurilor pentru
prinderea planșeelor prefabricate



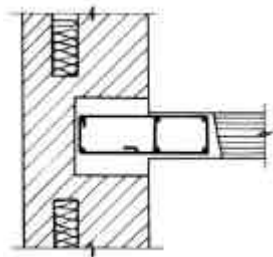
Detaliu 1



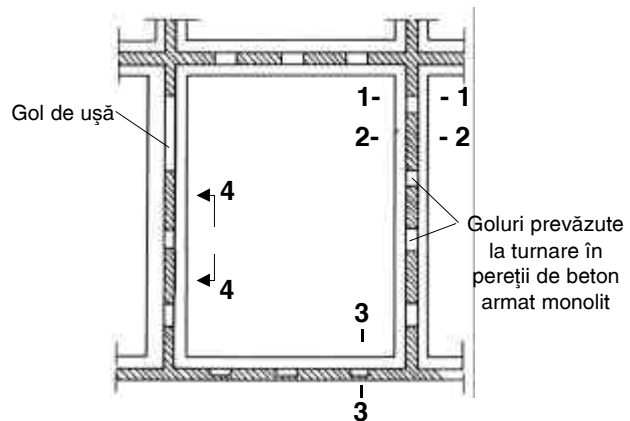
1 - 1



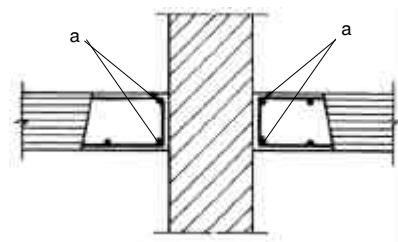
3 - 3



Poziționarea în plan a golurilor



2 - 2



4 - 4

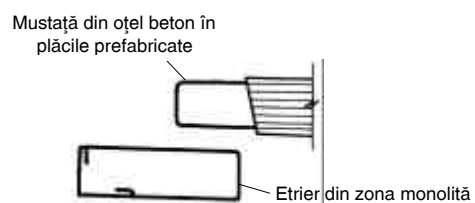
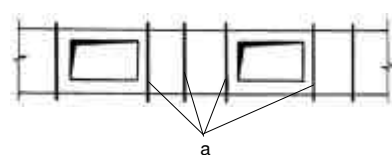


Fig. 18.I.4 Planșee prefabricate la structuri din pereți de beton armat monolit

18.1.4. ELEMENTE GENERALE DE CALCUL

La clădirile cu pereți din beton armat monolit (diafragme), comportarea mecanică depinde de concepția și buna conlucrare spațială a structurii de rezistență (pereți portanți și planșee). În această conlucrare o importanță deosebită o are rigiditatea planșeului în planul lui.

Pereții din beton armat monolit (diafragme) se încarcă cu sarcinile orizontale transmise în dreptul planșeelor, la care se adaugă încărcările verticale permanente din greutatea proprie a peretelui și a planșeului aferent.

Structurile cu pereți portanți din beton armat monolit, cu înălțime de până la P+10 niveluri (tip fagure sau celular), au o frecvență mai mare de utilizare la clădirile civile. Aceste structuri se pretează la utilizarea metodelor simplificate de calcul, care se referă la distribuția încărcărilor orizontale pe înălțimea clădirii, repartizarea pe diafragme și determinarea eforturilor secționale.

Ipotezele care stau la baza acestor metode simplificate sunt: distribuția uniformă pe înălțime a acțiunii din vânt, triunghiulară în cazul acțiunii seismice; iar deformatelile diaframelor pline sau cu goluri se admite să fie egale. Aceasta a doua ipoteză conduce la o repartizare a forțelor orizontale la pereții portanți din condiția de egalitate a săgeților la un singur nivel.

Pentru corelarea cu diferențele care există în realitate între formele deformatelor diaframelor pline sau cu goluri se indică ca, condiția de egalitate a săgeților să fie la $0,8H$ (H - înălțimea totală a diafragmei), la această înălțime diferența între deformatelile diaframelor pline și cu goluri este minimă.

Determinarea încărcărilor orizontale dinamice (seism sau rafale de vânt) se consideră numai în modul fundamental de vibrație.

Încărcarea orizontală ce revine unei diafragme, din forța totală orizontală ce acționează asupra clădirii, este proporțională cu momentul de inerție al peretelui din beton.

În calculul structurilor din pereți portanți din beton armat monolit, la încărcări orizontale se consideră diafragma ca o consolă verticală încastrată în fundație. Eforturile se determină în această secțiune care este cea mai solicitată a diafragmei. Forțele orizontale vor produce în încastrare, momentele (M) și forțele tăietoare (T), iar încărcările permanente forțele axiale (N).

Calculul structurilor cu diafragme din beton armat la acțiunea încărcărilor orizontale și verticale va cuprinde:

- descompunerea structurii de rezistență a clădirii în diafragme plane transversale și longitudinale, considerându-se că au secțiune constantă pe toată înălțimea;
- stabilirea caracteristicilor geometrice și de rigiditate;

- determinarea încărcării orizontale totale și repartizarea pe diafragmele componente;
- determinarea și însumarea eforturilor secționale din acțiunile orizontale și verticale;
- dimensionarea și armarea diafragmelor la compresiune excentrică și a buiandrugilor în cazul diafragmelor cu goluri.

Diafragmele pot fi: pline sau cu goluri.

Pereții din beton armat monolit pot fi cu goluri mici, mijlocii sau mari. Această clasificare este în funcție de coeficientul de monolitism α , care în cazul diafragmelor cu goluri mici - $\alpha > 10$, la cele cu goluri mijlocii - $1 < \alpha < 10$ și cu goluri mari cu - $\alpha < 1$.

Coeficientul de monolitism exprimă rigiditatea convențională a pereților din beton armat cu goluri și este dat de relația:

$$\alpha = H\omega \quad (18.1)$$

în care:

H - înălțimea diafragmei;

ω - coeficient influențat de modulul de elasticitate a betonului din buiandrug, din montanți; de înălțimea unui nivel și de momentele de inerție a montanților. Deci coeficientul de monolitism este funcție de caracteristicile geometrice, fizice, mecanice ale elementelor (montanți și buiandrug) componente ale pereților din beton armat monolit, de geometria diafragmelor și golurilor dar și de rigiditatea elementelor componente.

Golurile din diafragme prin amplasamentul, mărimea lor raportată la cea a montanților și a buiandrugilor va influența starea de tensiune din aceste elemente.

Deformarea diafragmelor pline sau cu goluri sub acțiunea forțelor orizontale este indicată în fig.18.

Calculul diafragmelor cu goluri mici ($\alpha > 10$) se realizează la fel ca și la diafragmele pline, având suplimentar o verificare a buiandrugilor la eforturile de lunecare care apar între cele două goluri consecutive.

Forța tăietoare ce apare în buiandrug la nivelul j se determină cu relația:

$$T_{rj} = \frac{T_j S H_e}{I} \quad (18.2)$$

în care:

T_j - forța tăietoare exterioară la nivelul buiandrugului;

H_e - înălțimea unui nivel;

S - momentul static al secțiunii (ce tinde să lunece) în raport cu centrul de greutate al peretelui din beton armat monolit;

I - momentul de inerție al diafragmei cu gol, în raport cu axa ce trece prin centrul de greutate al secțiunii transversale.

Momentul încovoietor din secțiunea de încastrare a buiandrugului se determină cu relația:

$$M_{rj} = \frac{T_{rj} \cdot l_0}{2} \quad (18.3)$$

în care:

T_{rj} - forța tăietoare din buiandrug la nivelul j;

l_0 - lățimea golului.

Calculul diafragmelor cu goluri mari ($\alpha < 1$) se realizează în ipoteza că montanții lucrează independent, buiandrugii asigurând o deplasare egală datorită acțiunilor orizontale. Datorită rigidității reduse, buiandrugii fisurează în dreptul legăturii cu montanții, devenind niște legături pendulare. Se admite ipoteza că buiandrugii mențin la aceleași distanțe montanții verticali, în calculul deplasărilor și eforturilor diafragmei.

Diafragma cu goluri mari lucrează ca o consolă compusă din suma secțiunilor transversale ale montanților, iar momentul de inerție al diafragmei este suma momentelor de inerție ale montanților. Fiecare montant se calculează ca o diafragmă plină, acționată de încărcările aferente. Deci încărcările care acționează diafragma se repartizează la montanți proporțional cu momentele lor de inerție.

Calculul diafragmelor cu goluri mijlocii ($1 < \alpha < 10$), la care starea de tensiune este mai complexă, va fi influențat de comportarea intermediară între diafragmele pline și cadre.

Metodele folosite pentru calculul cadrelor nu pot fi utilizate decât în mod izolat și numai după o adaptare corespunzătoare.

Pereții din beton armat monolit cu goluri mijlocii pot fi structuri cu diafragme monotone la care se utilizează metode simplificatoare de calcul.

Diafragmele monotone nu au variații mari de rigiditate de la un nivel la altul. Aceste diafragme au aceeași dispoziție de goluri la toate nivelurile. Diafragmele monotone se întâlnesc la: clădiri de locuit, hoteluri, clădiri administrative. Metodele simplificatoare de calcul pentru stabilirea eforturilor secționale conduc la rezultate satisfăcătoare din punct de vedere al preciziei.

Metodele simplificate de calcul sunt: metoda cadrului înlocuitor sau cea a structurii continue echivalente.

Metoda cadrului înlocuitor este indicată la clădiri cu mai puțin de 7 niveluri. Ipotezele de calcul la această metodă sunt: montanții se consideră cu o lățime mare în comparație cu înălțimea etajului, caz în care eforturile transmise de buiandrug pot fi considerate ca repartizate în lungul axului median al acestora; momentele de inerție ale buiandrugilor sunt mai mici decât cele ale montanților; iar planșeele sunt nedeformabile în planul lor, asigurând deplasări egale diafragmelor care alcătuiesc structura de rezistență.

Diafragmele cu goluri sunt alcătuite din elemente verticale pline (montanți) și elemente orizontale de legătură (buiandrugii). Solicitățile din diafragmele cu goluri sunt puternic influențate de raportul dintre rigiditatea buiandrugilor și cea a montanților.

În metoda cadrelor, la diafragmele monotone cu un sir de goluri simetrice, schema de calcul a diafragmei o constituie un cadru etajat, având stâlpii cu moment de inerție constant iar

riglele cu momentul de inerție constant pe porțiunea centrală, iar pe cele laterale este infinit.

Calculul static se face pe semicadrul limitat de axa de simetrie. Calculul se realizează prin metoda distorsiunilor, care utilizează un sistem de bază, în care se considera că numai rotațiile nodurilor sunt blocate, iar deplasările laterale ale acestora sunt libere.

În cadrul acestei metode se vor determina momentele de încadrare perfectă în sistemul de bază la capetele montanților, din condițiile de echilibru a forțelor orizontale la fiecare etaj.

În continuare se deblochează perechea de noduri de la nivelul j , menținând blocate celelalte noduri, care se vor roti rezultând astfel diagrama de momente corespunzătoare.

În final, momentele totale la capetele barelor se obțin prin suprapunerea momentelor de încadrare perfectă și a celor introduse prin distorsiune.

La diafragmele cu goluri eforturile axiale în montanți provenite din încărcările orizontale sunt direct proporționale cu înălțimea diafragmei. Deci cu cât brațul de pârghie între axele montanților este mai mic (L) în raport cu înălțimea diafragmei (H). La diafragmele cu lungimi mari în plan, eforturile axiale în montanți date de încărcările orizontale sunt reduse.

Metoda structurii continue echivalente se aplică la diafragme cu peste 6 niveluri, pentru a micșora erorile de calcul.

Ipotezele în cazul acestei metode sunt:

- eforturile locale transmise de buiandrugi se considera repartizate în lungul fibrei mijlocii a montanților;
- fibrele medii deformată ale elementelor verticale sunt paralele datorită deplasărilor egale la nivelul fiecărui etaj;
- momentele de inerție a buiandrugilor sunt mai mici decât cele ale montanților.

Se considera aproximația că momentele încovoietoare din mijlocul buiandrugilor sunt nule.

Principiul acestei metode constă în aceea că în locul structurii reale cu legături orizontale dispuse la intervalele înălțimii unui etaj, în calcul se considera o structură echivalentă cu legături fictive continue dispuse la un interval infinit mic.

În locul sistemului de ecuații liniare de etaj, care intervin în calculul din metoda calculului cadrului înlocuitor, în această metodă se ajunge la o singură ecuație liniară diferențială cu coeficienți constanți. Ecuația diferențială poate fi dedusă de la sistemul de ecuații obținut în metoda cadrelor pe cale inversă.

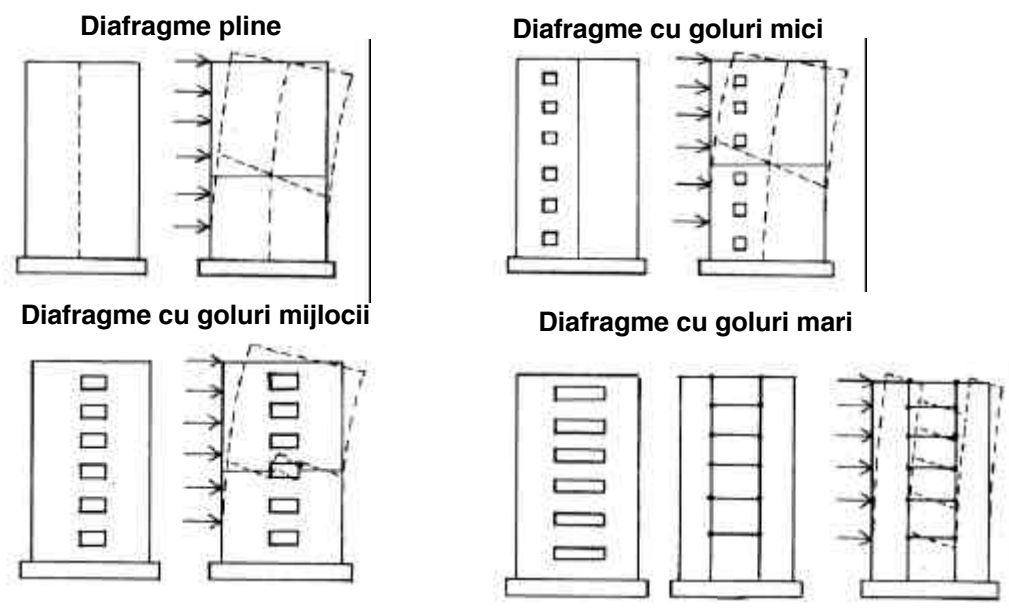
Se va obține valoarea forței tăietoare la etajul curent j situat la înălțimea x de la baza diafragmei:

$$T_j = \frac{F \cdot H_e}{\gamma \cdot L} \cdot \Phi$$

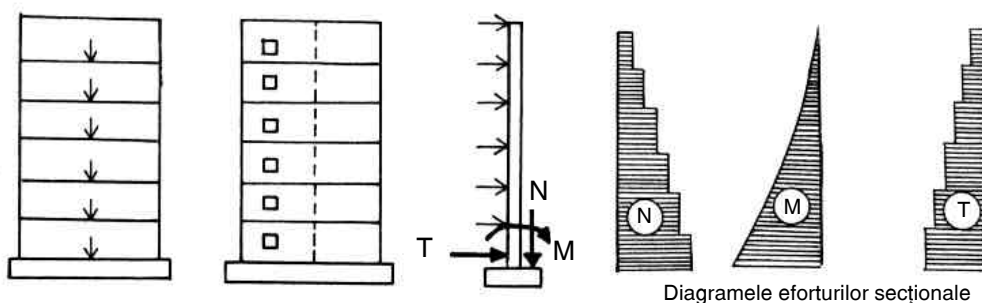
În care:

F - rezultanta încărcării orizontale exterioare;

Pereți din beton armat monolit (diafragme). Scheme de calcul



Diafragme pline sau cu goluri mici



Diafragme cu goluri mijlocii

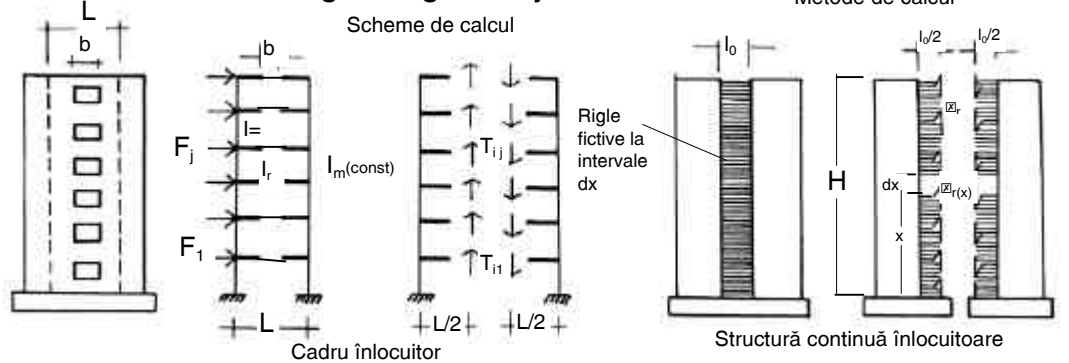


Fig. 18.1.5 Pereți din beton armat monolit (diafragme). Scheme de calcul.
Diagrame de eforturi

H_e - înălțimea etajului;

l - coeficient ce depinde de aria, momentul de inerție a montanților și distanța între axele centrelor de greutate ale acestora;

α - coeficient ce depinde de α , coeficient de monolitism și β ce depinde de distribuția încărcării pe diafragmă.

Momentul încovoitor în secțiunea de încastrare a riglelor în montanți are expresia:

$$M_j = \frac{F_j \cdot H_e}{2 \cdot \gamma} \cdot \Phi$$

Momentele încovoitoare din montanții unei diafragme simetrice (cu doi montanți) se calculează pentru o consolă încastrată încărcată cu forțe orizontale exterioare.

$$M_{mj} = \frac{F \cdot H}{2} \cdot \left(m_0 - \frac{\Psi}{\gamma} \right)$$

În care:

m_0 - coeficient ce depinde de $\beta = x/H$;

Ψ - coeficient subunitar ce se determină în funcție de coeficientul de monolitism α și β ;

H - înălțimea montantului diafragmei;

F - forța orizontală (vânt sau seism).

18.II. PEREȚI DIN BETON ARMAT PREFABRICAT

18.II.1. GENERALITĂȚI

Prin prefabricarea unor părți mari din procesele de producție de pe șantier se realizează o reducere substanțială a duratei de execuție și a consumului de manoperă la locul de montaj.

Prefabricarea elementelor de beton armat este influențată de următorii factori:

- limitarea fabricației la elemente de mare frecvență, stabile în timp, cu aplicabilitate;
- folosirea coordonării modulare prin alegerea unui singur modul;
- unificarea elementelor prefabricate și a îmbinărilor;
- folosirea betoanelor cu agregate ușoare;
- integrarea în structură a lucrărilor de finisaj;
- reducerea abaterilor de montaj pe șantier, prin aplicarea montajului forțat.

Pereți din panouri mari

Folosirea pereților din panouri mari la clădiri, comparativ cu utilizarea pereților executați cu ajutorul procedeelor tradiționale, prezintă următoarele avantaje: reducerea duratei de execuție, consumului de materiale, manoperă, și a costului investiției.

Clădirile cu pereți din panouri mari au structură de rezistență alcătuită din diafragme orizontale (planșee) și verticale (pereți) care formează un

ansamblu spațial. În acest caz, toate panourile sunt portante. La clădirile din panouri mari se realizează îmbinări continue, iar structura de rezistență este fragmentată prin rosturi de dilatare și antiseismice.

Clădirile din panouri mari pot fi alcătuite cu pereții portanți transversali, pereți portanți longitudinali sau pereți portanți longitudinali și transversali (fig.18.II.1).

În cadrul structurii de rezistență a clădirii, panourile mari pot fi:

- portante - suportă încărcarea dată de planșeu și cea transmisă de panourile superioare;
- autoportante - suportă numai greutatea proprie;
- neportante - susținute de planșee.

Alegerea soluției pereților exteriori din panouri mari este condiționată: de modul de comportare față de condițiile climatice exterioare, de condițiile de exploatare a clădirii, de considerente constructive, tehnologice, economice sau estetice.

Dimensiunile la panourile mari se stabilesc în așa fel, încât să rezulte un număr minim de rosturi de îmbinare dar și funcție de utilajele de ridicare. Panourile mari prefabricate având greutatea sub 1500 kg/bucată sunt considerate ușoare, iar cele având 3000 kg/bucată sunt socotite panouri grele (fig. 18.II.1).

Pentru perfecționarea sistemului la clădirile din panouri mari este necesar:

- mărirea deschiderilor între pereți (de la 3-4 m la 6,0-7,2 m), pentru ca

structura să se adapteze la un număr mare de partituri; folosirea, pentru pereții despărțitori, fațade, scări, ventilații, a unor elemente prefabricate din diferite materiale eficiente (pe baza unei coordonări modulare unice). Aceste combinații vor conduce la o mare varietate arhitecturală atât ca funcțional, cât și ca aspect precum și la reducerea greutateii clădirii;

- elementele structurale din panourile mari vor rămâne în număr limitat ca tipuri;

Panourile mari prefabricate pot fi alcătuite:

- în sistem clasic, tip sandviș, alcătuit din două straturi de beton și un strat de izolație;
- din beton omogen, cu agregate ușoare .

Alcătuirea panourilor

Panoul sandviș este alcătuit din (fig. 18.II.6, fig. 18.II.7):

- stratul interior de rezistență, din beton armat;
- stratul termoizolator;
- stratul de protecție din beton armat.

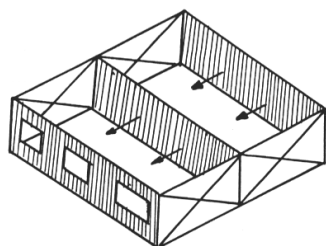
Stratul termoizolator se poate executa din materiale clasice (plăci semirigide de vată minerală, pâslă minerală) sau rigide (plăci din polistiren expandat celular, plăci din beton celular autoclavizat). Pe fața interioară se prevede o barieră contra vaporilor, din carton bitumat sau folii de polietilenă, pentru materialele termoizolante elastice.

- Termoizolația la panouri mari se poate realiza sub formă de plăci -

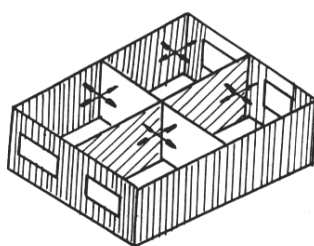
Pereți eficienți din panouri mari din beton armat

A. Distribuția pereților portanți din panouri mari

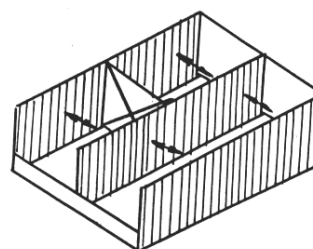
Pereți longitudinali



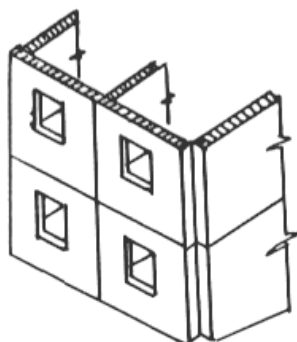
Pereți longitudinalali și transversali



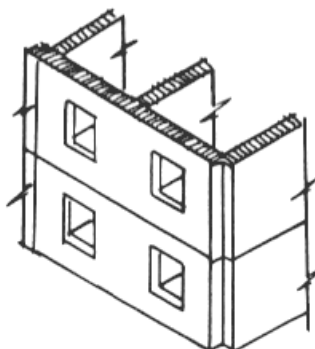
Pereți transversali



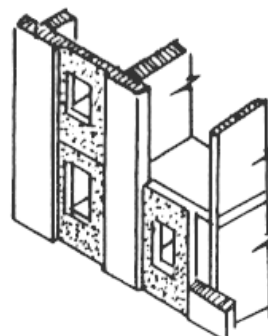
B. Scheme de distribuție a panourilor mari exterioare



Panou de dimensiunea
unui perete



Panou acoperind, pe
orizontală 2 pereți exteriori



Panou acoperind, pe
verticală 2 pereți exteriori

Mărimea panourilor este influențată de greutatea proprie, gabaritul
mijloacelor de transport și capacitatea utilajelor de ridicat

Fig. 18.II.5 Scheme constructive la clădiri cu panouri mari:
A - pereți din panouri mari
B - variante de mărime și distribuție a panourilor mari exterioare

materiale rigide sau saltele prefabricate -, materiale elastice, ambalate în folii de polietilenă sau cartonul bitumat.

Stratul de rezistență este prevăzut, pe contur, cu nișe pentru crearea unor pane, după turnarea betonului de monolitizare.

Pentru asigurarea legăturii între cele două straturi de beton armat, se prevăd nervuri (2-3 cm), care sunt dispuse pe conturul panoului, în jurul golurilor și intermediar. Pentru micșorarea punților termice, aceste legături se pot realiza din oțel-beton protejat cu cilindri din beton sau din oțel inoxidabil.

În panou se prevăd instalații și dibluri pentru fixarea tâmplăriei.

Armarea de rezistență a panoului se realizează cu carcase plane în dreptul nervurilor, iar deasupra golului, panoul se armează ca un buiandrug. Pe conturul panoului se prevăd mustăți din oțel-beton, care se îmbină cu cele din panoul alăturat prin eclise sudate.

Panourile pereților interiori sunt alcătuite dintr-un singur strat de beton, având funcțiunea de rezistență și de izolator fonic împotriva zgomotului aerian (grosime minimă - 14 cm).

18.II.2. ÎMBINAREA PANOURILOR

Îmbinarea de rezistență. De proiectarea și execuția îmbinării de rezistență depinde comportarea, sub sarcini verticale și orizontale, a clădirii alcătuite din panouri mari. Îmbinările pot fi: umede - realizate prin monolitizare cu beton sau uscate - realizate prin sudare cu eclise de metal.

Îmbinările umede sunt:

- îmbinări pe contur (fig. 18.II.8);
- îmbinări în noduri (fig. 18.II.9).

Îmbinarea pe contur a panourilor mari este mai des folosită datorită productivității sporite și a toleranțelor mari pe care le admite. Transmiterea eforturilor de compresiune se realizează prin monolitizarea cu beton, iar eforturile de întindere de transmit prin intermediul armăturii îmbinate prin sudură.

Îmbinarea de rezistență se efectuează, la panourile exterioare, între straturile de rezistență din beton, scop în care se retrag cu 10 cm de la nod.

În afară de armăturile (mustăți) din panouri care se îmbină prin sudură, în îmbinare se montează și armături longitudinale (verticale), care vor prelua eforturile de întindere din efectul de diafragmă. Deci îmbinarea de rezistență între panouri va forma diafragme verticale după două direcții, asigurând, în același timp, și legătura între pereți pe direcții perpendiculare și creând un efect spațial.

Legătura între panourile de pereți (stratul de rezistență) și planșeu se realizează tot prin sudarea mustăților din panoul inferior și planșeu, prin introducerea unor bare transversale și monolitizarea ulterioară a rostului.

Panoul de planșeu va rezema pe planul peretelui inferior (5 cm), prin intermediul dinților din beton.

Barele transversale din aceste îmbinări, în cadrul diafragmei orizontale, preiau eforturile de întindere ce apar datorită acțiunii seismice.

Panou mare prefabricat pentru perete exterior

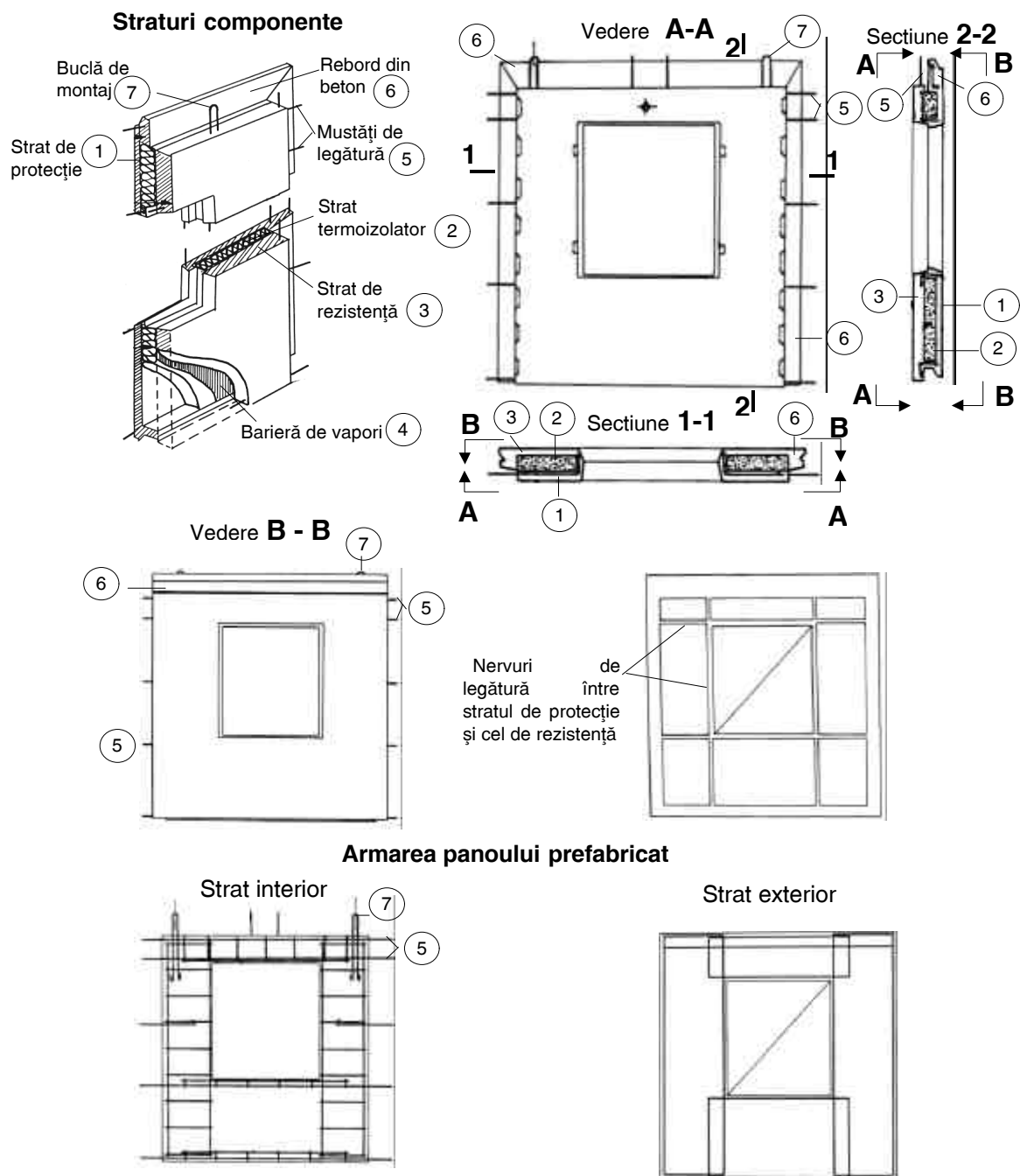


Fig. 18.II.6 Panou prefabricat sandwich din beton armat. Alcătuire constructivă. Armare.

Îmbinări la pereți din panouri mari prefabricate din beton armat.

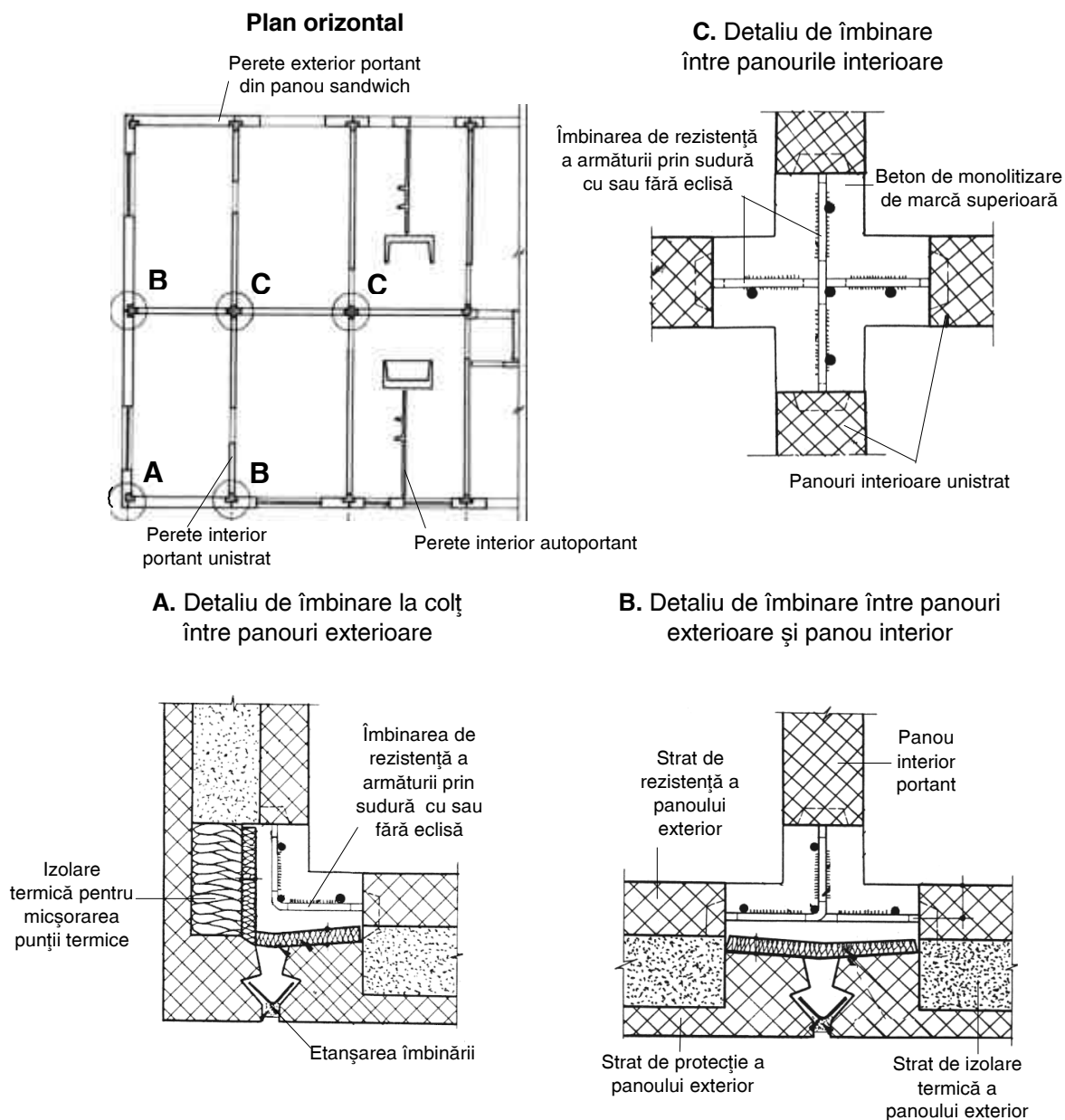


Fig. 18.II. 7 Pereți portanți din panouri mari din beton armat.
Detalii îmbinări: rezistență, etanșare, izolare termică

Panoul superior se așează (fără armături) pe un mortar de poză, conținând numai pe forțele de frecare și monolitizările verticale între panouri.

Reducerea punților termice. Acestea apar la îmbinările panourilor, datorită cantității sporite de beton, urmare a monolitizărilor. Datorită acestei legături de rezistență, într-un rost vertical, termoizolația din câmpul curent se întrerupe (fig. 18.II.10).

Pentru micșorarea efectului punților termice, în rostul vertical (în profilul creat prin alăturarea panourilor exterioare) se introduce o fâșie suplimentară de termoizolație.

Acest strat termoizolator eficient, alcatuit, de obicei, din polistiren expandat, se îmbracă cu folie de polietilenă, care are rol de izolație hidrofugă contra umezelii din betonul de monolitizare și contra eventualei umidități din aerul din rost.

Rostul orizontal are o alcătuire diferită de cel vertical - stratul termoizolator, protejat de folia de polietilenă, nu va putea face legătura completă între straturile de termoizolație curentă din panouri.

Din cercetările efectuate a rezultat că influența punții termice se micșorează odată cu raportul între lățimea punții termice și grosimea peretelui.

Stratul de rezistență (masă mare), dispus în interiorul panourilor mari, are rol de egalizator al temperaturii, distribuind mai uniform căldura.

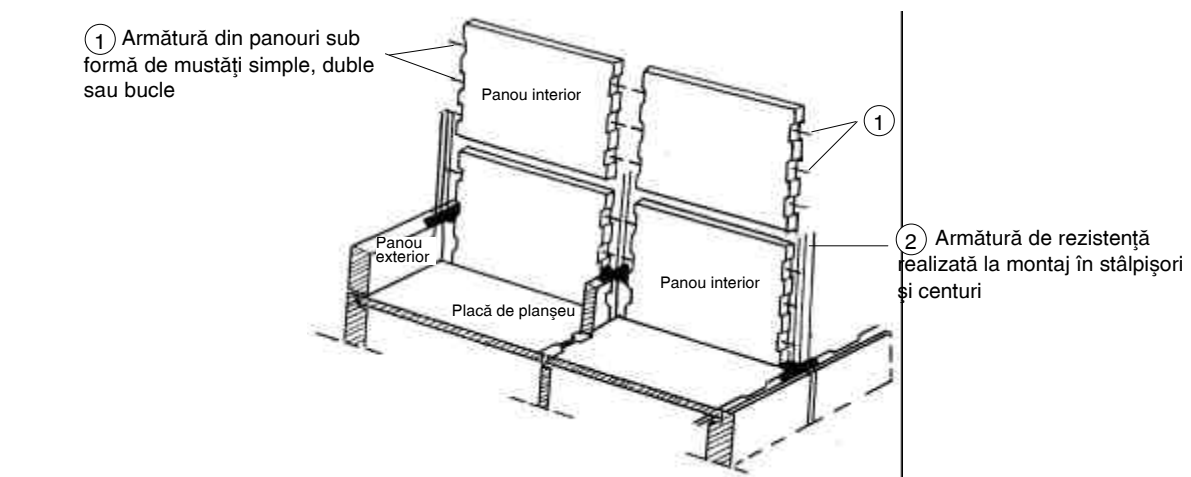
Etanșarea rosturilor. Una dintre principalele funcțiuni ale rosturilor între panourile mari este aceea de a asigura etanșeitatea față de aer și apă, în timpul exploatarei. Pătrunderea apei de ploaie prin rosturi este rezultatul unei combinații de cauze: presiunea vântului, energia cinetică a picăturilor de apă, care cad pe rost, fenomenele capilare și viteza apei care se scurge pe fațadă. În alcătuirea rosturilor, deosebim două concepții: rosturi închise sau rosturi deschise.

La rosturile închise, etanșeitatea la aer și apă se realizează utilizând un singur ecran din garnituri elastice sau masticuri. La acest tip de rosturi, cordoanele orizontale și verticale din chit elastic trebuie să fie continue, neavând nici un gol la intersecția rosturilor. Profilele P.V.C. au numai rol de ecran de refuz la aplicarea chitului de etanșare. Aceste rosturi au o alcătuire simplă, cu un cost mai redus, precum și posibilitatea înlocuirii ușoare a materialelor de etanșare degradate la acțiunea intemperiilor. Infiltrațiile de apă pot apărea, uneori, datorită calității deficitare a materialelor sau manoperei de execuție pe șantier.

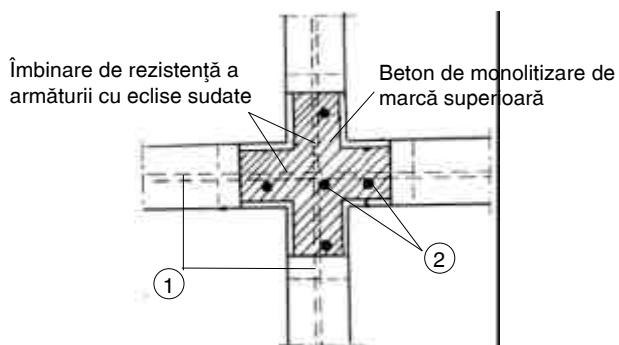
La rosturile deschise sau rosturi de funcționare mecanică, etanșeitatea la apă și aer se obține prin oprirea separată a intrării apei și a aerului.

Între ecranul exterior contra pătrunderii ploii și ecranul interior contra aerului se află prevăzut un spațiu de aer ventilat - gol de decompresie.

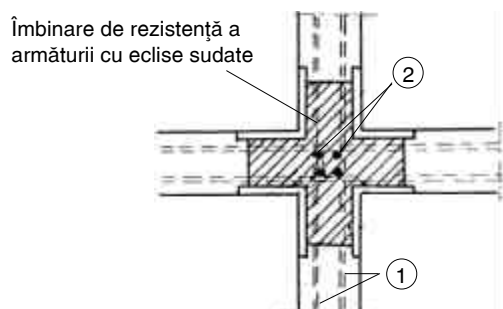
Îmbinarea de rezistență pe contur a panourilor mari portante din beton armat



Îmbinare de rezistență cu mustăți singulare



Îmbinare de rezistență cu mustăți duble



Modul de lucru a îmbinării de rezistență în rostul vertical

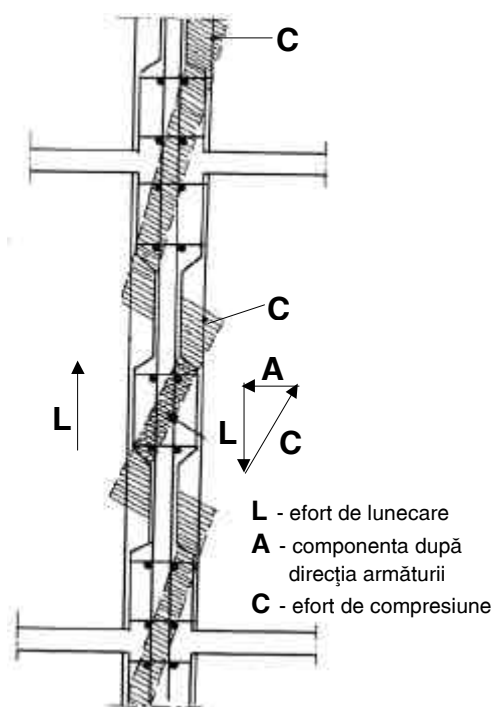


Fig. 18.II.8 Îmbinare de rezistență la panouri mari prefabricate pentru pereți portanți. Rost orizontal, alcătuire constructivă. Mod de lucru în rost vertical.

Îmbinare de rezistență la colțuri, a panourilor mari prefabricate la pereți portanți din beton armat

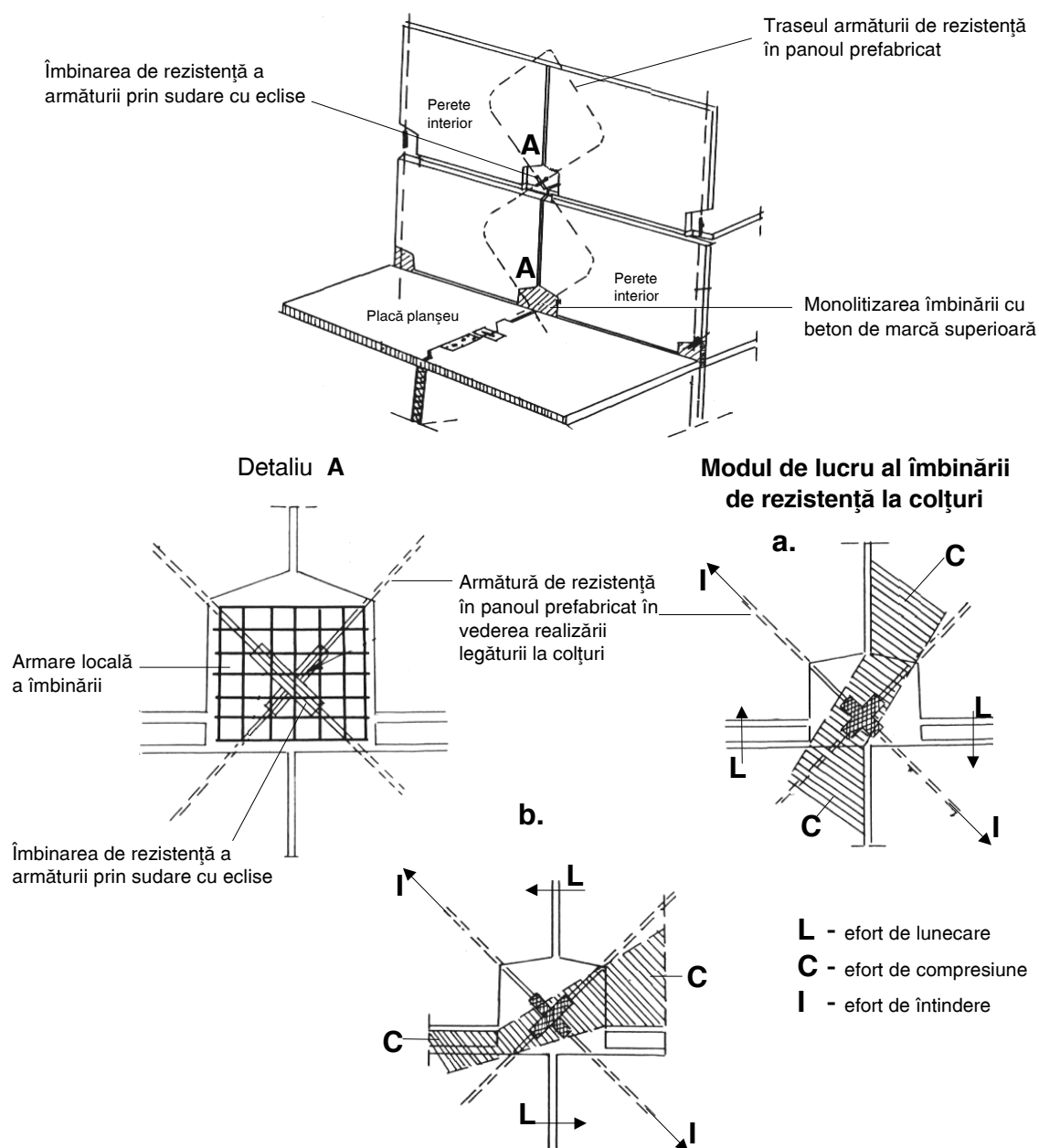


Fig. 18.II.9 Pereți portanți din panouri mari prefabricate din beton armat. Îmbinare de rezistență la colțuri, alcătuire constructivă. Modul de lucru al îmbinării.

Îmbinarea panourilor prefabricate din beton armat din punct de vedere al exigențelor de rezistență, higrotermice și etanșietate

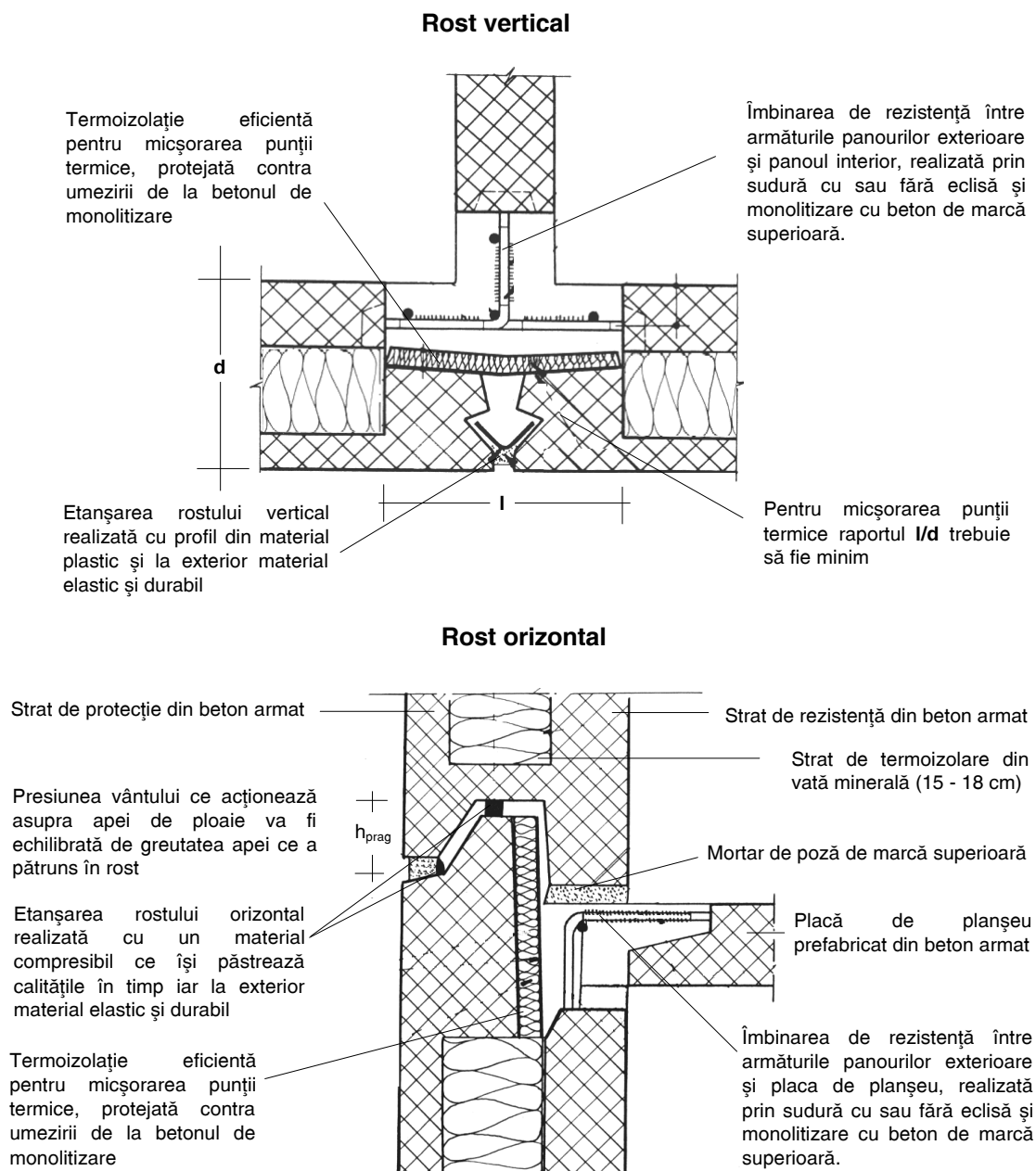


Fig.18.II.10 Îmbinarea panourilor mari prefabricate. Rost vertical. Rost orizontal.

Datorită faptului că se elimină diferența Dintr-o serie de cercetări, a rezultat că trebuie evitată așezarea unui material suplu de etanșare pe un substrat rigid, cum este betonul sau tencuiala. Datorită acestui fapt, se recomandă pentru limitarea adâncimii stratului de chit folosirea cordoanelor extrudate din materiale plastice sau din cauciuc, benzi sau șnururi de spumă. Acestea din urmă având secțiunea circulară, se introduc cu ușurință și oferă o mare suprafață de aderență cu chitul.

Pentru etansari preformante sunt folosite cauciucurile naturale sau sintetice nevulcanizate. Acestea se prezintă sub formă de șnururi cilindrice, pătrate, triunghiulare. Dacă la punerea în operă sunt bine presate, ele realizează o bună aderență; este indicat să fie întrebuințate la rosturile ce se execută odată cu montajul panourilor. Aceste etansari au următoarele avantaje față de cele păstoase: aduc economie de manoperă, prezintă o execuție curată și pot prelua eforturi de compresiune.

În comparație cu chiturile, profilele de etanșare sunt elemente suple, cu forme precizate și având procesul de întărire încheiat.

Profilele din materiale plastice pot fi celulare (spume), deschise (poliuretani) sau închise (policlorapren) și compacte (P.V.C. rigid, cauciuc natural).

Profilele se prezintă sub formă de: benzi plate (P.V.C.), benzi cu buclă (P.V.C. clorapren), țevă sau semițevă (profile P.V.C.), profile comprimate de

presiune între fețele ecranului împotriva apei, acest ecran este înlocuit cu o simpă barieră contra ploii.

Dacă apa ar pătrunde prin primul ecran, ea ar fi drenată în lungul rostului vertical prin spațiul liber interior, iar evacuarea ei s-ar realiza la intersecția rosturilor verticale cu cele orizontale. Astfel, apa este oprită să ajungă la al doilea ecran, la care există și diferență de presiune între cele două fețe.

Ventilarea aerului în camera de decompresie se face prin prevederea unor orificii foarte mici în ecranul contra ploii. Aceste condiții se obțin ușor în rosturile verticale, cu ajutorul unor profile așezate în rost sau cu garnituri ce acoperă rostul. La rostul orizontal se prevede o deschidere mai mare de 5 mm, combinată cu un prag. Pentru o mai mare siguranță se prevede o etanșare cu mortar de ciment cu adaos de aracet. Înălțimea pragului se determină din condiția ca presiunea vântului, care acționează asupra apei din rost, să fie echilibrată de înălțimea coloanei de apă din rost.

Dezavantajul rosturilor deschise apar la înlocuirea materialului de etanșare degradat în timp.

Pentru închiderea și etanșarea rosturilor, se folosesc ca materiale:

- chituri pe bază de materiale plastice;
- profile de materiale plastice și metalice.

Substratul pe care se așează chitul va influența asupra comportării acestuia.

Etanșarea rosturilor la panourile mari prefabricate

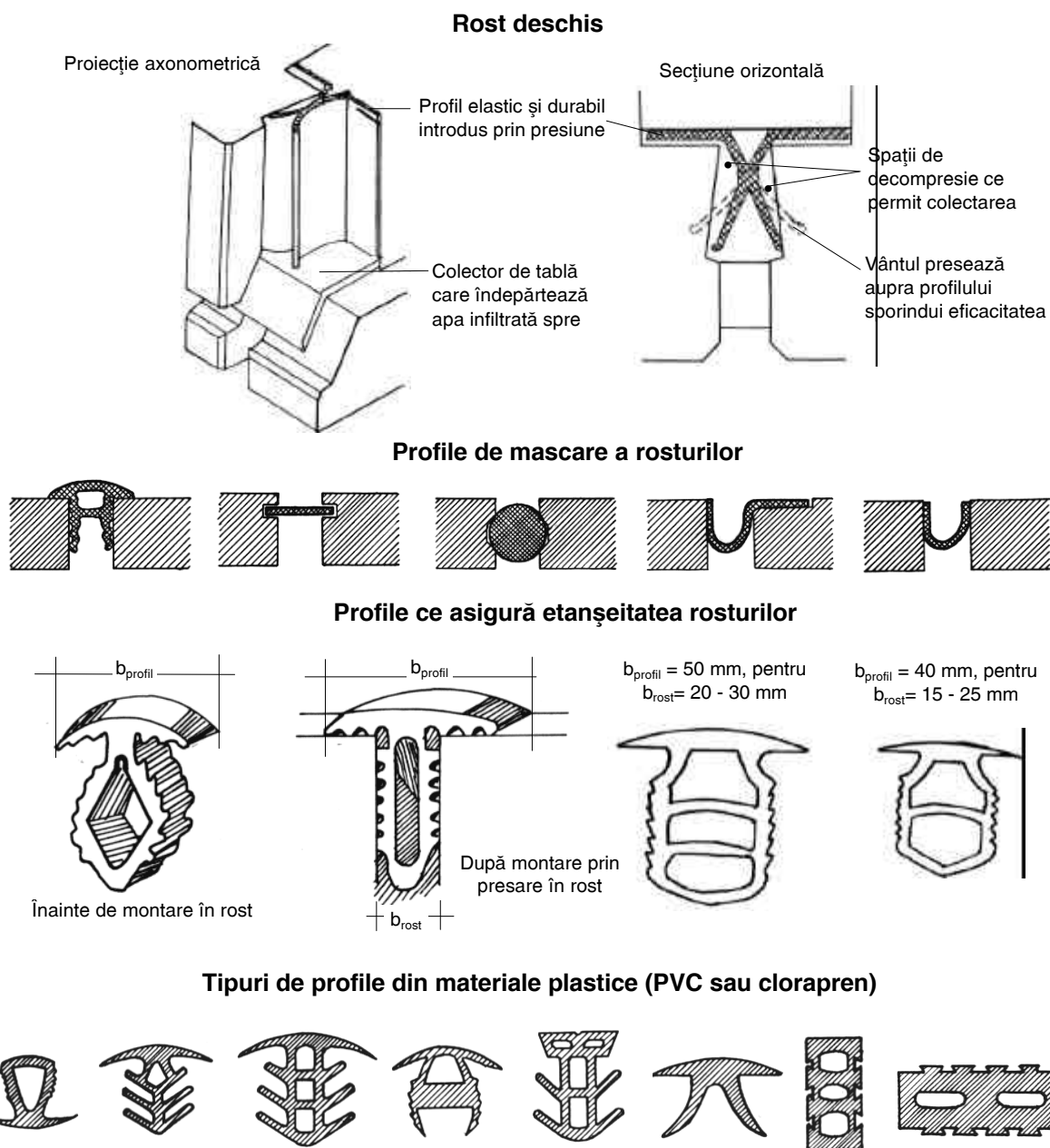


Fig. 18.II.11 Etanșarea rosturilor la panourile mari prefabricate. Rosturi deschise. Profile din material plastic.

(clorapren, nepren), tampon (P.V.C. clorapren) și încastrate în beton (P.V.C. elastomeri).

18.II.3. ELEMENTE GENERALE DE CALCUL

Structurile de rezistență a clădirilor din panouri mari se consideră alcătuite din diafragme verticale și orizontale, care rezultă din asamblarea panourilor izolate în elemente unitare. La aceste diafragme, refacerea integrală a monolitismului nu se poate realiza practic datorită faptului că discontinuitatea din rosturi nu permite preluarea, de către beton, a eforturilor de întindere.

Diafragmele verticale sunt asimilate cu console încastrate în fundații, iar cele orizontale sunt asimilate cu șaibe monolite, având o rigiditate mare la încovoiere în planul lor. Aceste diafragme orizontale asigură conlucrarea și rigiditatea în planul orizontal al clădirii.

Schema structurii adoptată în calcul trebuie să corespundă realizării reale a legăturilor dintre panouri. Astfel, diafragmele din panouri mari pot forma console elementare independente (neputându-se conta pe rezistența îmbinării verticale) sau console complexe (cu conlucrare între ele), ambele încastrate în fundație. Consolele complexe se compun din două sau mai multe console elementare, îmbinate cu legături de rezistență corespunzătoare. Aceste îmbinări se pot realiza discontinuu, în

puncte izolate (la nivelul planșeului) sau continuu.

Calculul structurii de rezistență a clădirii din panouri mari cuprinde determinarea de eforturi și dimensionarea diafragmelor, verificarea secțiunilor de îmbinare verticale și orizontale.

Secțiunile orizontale ale diafragmelor verticale, pline sau cu goluri, sunt solícitate de momentul încovoietor, forța tăietoare și forța axială. Considerarea diafragmelor drept elemente monolite impune ca îmbinările să fie capabile de a prelua eforturile de întindere, compresiune și lunecări, ce apar în ele.

Eforturile de întindere din rosturile verticale marginale, din partea unde acționează sarcina orizontală, sunt preluate de armătura verticală a cărei continuitate este asigurată, prin sudură, deasupra planșeului.

Efortul de compresiune din rostul marginal opus este preluat de betonul de monolitizare.

Eforturile de lunecare, determinate pe baza eforturilor tangențiale din rosturile izolate, sunt preluate de armătura verticală, iar în rosturile verticale sunt preluate de niște pane de beton monolit, create prin șicanarea fețelor laterale ale panourilor, și armăturile panourilor sudate.

În aceste rosturi verticale, se verifică, la compresiune, prismul de beton între cele două praguri.

În rosturile orizontale, eforturile de lunecare sunt preluate numai de forțele de frecare, dar în zonele seismice se

prevăd dinți și pane ale rosturilor care să preia forțele de lunecare.

În afară de sistemul de îmbinare pe contur, la care eforturile sunt distribuite în jurul panourilor, rezultând o rețea de tiranți din beton armat ce înglobează panourile, se mai folosește sistemul de îmbinare la colțuri.

La acest sistem, eforturile sunt concentrate la colțuri, diafragmele verticale fiind asimilate cu grinzi cu zăbrele, în care panourile au rol de diagonale și montanți.

La sistemul de îmbinare la colțuri, transmiterea efortului de întindere se realizează prin bare pozate pe direcția de acționare a eforturilor. Continuitatea acestor bare este asigurată prin eclipse sudate. Pentru executarea acestor suduri, s-au prevăzut lăcașuri care, prin betonare, îndeplinesc rol de pane rezistente la forfecare. Acest sistem de îmbinare este mai pretențios din punct de vedere al execuției îmbinărilor, necesitând o tehnicitate sporită pentru realizarea sudurilor.

Îmbinarea la colțuri are avantajul că impune toleranțe de confecționare-montare mai reduse față de cele admisibile.

Distribuția diafragmelor, în cadrul cladirilor, va urmări să elimine excentricitatea între centrul maselor și centrul de rigiditate al cladirii, eliminând posibilitatea apariției momentului de torsiune dat de rezultanta forțelor orizontale (seism). Expresia sageții la o

sageata produsa de diafragma plina este compusa din

momentele încovoietoare și de cea produsa de forțele taietoare.

Distribuția rezultantei încărcărilor orizontale (seism sau vânt), la diafragmele structurii unei cladirii, se face direct proporțional cu rigiditățile acestora, exprimate prin raportul între rigiditatea diafragmei și suma rigidităților diafragmelor, după cele două direcții.

Încărcarea verticală transmisă de planșee este egală cu încărcarea aferentă secțiunii active a diafragmei (secțiunea propriu-zisă plus secțiunea de conlucrare pe direcție perpendiculară). Încărcarea verticală provine din greutatea proprie a diafragmelor, planșeelor și pereților despartitori neportanți, la care se adaugă încărcarea utilă din procesul de exploatare.

Modul de repartizare a încărcărilor verticale de la planșee este influențat de alcatuirea constructivă a acestora (placi monolite, fâșii cu goluri). În zonele seismice condițiile de ductilitate vor determina forma și dimensiunile secțiunii pereților din beton armat monolit. Aceste condiții sunt mai severe decât cele de capacitate portantă și constau în : evitarea unei cedări casante premature datorită forței taietoare sau micșorarea aderenței între armatura și beton în timpul solicitării seismice; și asigurarea încadrării într-un

mecanism de cedare în care armaturile longitudinale din zona întinsa sa acumuleze deformatii plastice înainte de a interveni ruperea zonei comprimate. Dimensionarea diafragmelor se

realizeaza mai sever, în zonele cu deformatii plastice ce pot apare la seism, cum sunt buiandrugii (rigle de cuplare pe întreaga deschidere) și zona de încastrare a diafragmelor pline sau/și montanților.

PEREȚI INTERIORI DE COMPARTIMENTARE

19.1. GENERALITĂȚI

Pereți despărțitori, ușori (nestructurali), compartimentează spațiul interior al clădirii funcție de necesitățile impuse de destinația acesteia.

La clădirile civile pereții interiori de compartimentare trebuie să îndeplinească exigențele privind asigurarea securității, confortul utilizatorilor și a durabilității.

Pereții interiori de compartimentare sunt solicitați la: greutate proprie, acțiunea focului, acțiunea șocurilor.

Alegerea materialelor, din care se execută pereții de compartimentare, se realizează funcție de: destinație, rezistența la solicitări, comportarea

bună la diferite sisteme de finisaj și de costul acestora.

Greutatea relativ redusă a pereților de compartimentare conduce la o micșorare a sarcinilor permanente ce încarcă structura portantă.

Se tinde spre soluțiile care permit montarea și demontarea simplă și ușoară a pereților de compartimentare. Aceasta dă posibilitatea obținerii unui "plan elastic", adaptabil schimbărilor necesare ce pot surveni în exploatarea viitoare a clădirilor (birouri, magazine).

19.2. EXIGENȚE

Pereții interiori de compartimentare nu participă la preluarea sarcinilor statice sau dinamice din structura de rezistență.

Acești pereți realizează funcția de separare, la clădiri civile, între încăperi în aceeași unitate funcțională (apartament) sau între încăperi din unități funcționale diferite (apartamente învecinate, între încăperi și casa scării).

În fig.19.1 se prezintă schema exigențelor pereților interiori de compartimentare pentru asigurarea securității, confortului utilizatorului și a durabilității.

Pereții interiori neportanți trebuie să reziste la o combinație defavorabilă de încărcări cum ar fi: greutate proprie, curenți de aer, încărcări seismice proporționale cu greutatea proprie.

În vederea stabilirii unui nivel optim de siguranță, se va conveni asupra unui coeficient global de siguranță la rupere funcție de: natura materialelor, modul de asamblare, legăturile reale cu structura de rezistență și riscurile utilizatorului încăperilor în cazul ruperii sau pierderii stabilității peretelui.

Rezistența la acțiunea curenților de aer, când delimitează spații cu pericol de explozii, se consideră satisfăcută dacă peretele rezistă la încercări specifice corespunzătoare celor din exploatare. Acest lucru este necesar pentru evitarea unor deformații excesive, care ar împiedica exploatarea normală a încăperilor, funcționarea instalațiilor, a tâmplăriei înglobate în pereți.

Deformația provenită din agățarea unor corpuri grele se determină prin încercarea unui prototip de perete interior, în porțiunea cea mai

defavorabilă a unei încărcări (500 N) normale pe planul elementului.

Comportarea la șoc

Pereții interiori de compartimentare trebuie să reziste la încărcarea la soc, fără a fi străpunși sau să fie dizlocate bucăți din ei. Să nu producă dislocări și căderi a unor porțiuni de perete, care ar provoca rănirea utilizatorilor.

Încercarea se realizează sub acțiunea unui șoc dat de un corp moale, ce simulează rezemarea sau căderea unei persoane asupra unui perete.

Peretele este supus și la un șoc dat de un corp dur (bilă de oțel) ceea ce ar simula lovirea acestuia cu un obiect de suprafață mică de contact (de exemplu impactul cu un colț de mobilă la o deplasare în încăpere).

Legăturile cu structura de rezistență

Aceste legături ale peretelui interior autoportant, trebuie concepute și executate astfel încât influența deformațiilor previzibile ale structurii să nu genereze sarcini paralele cu planul peretelui, care să conducă la deteriorări periculoase pentru utilizator.

Siguranța la foc

Peretele de compartimentare, inclusiv rosturile și legăturile, nu trebuie să favorizeze incendiul și nici propagarea cu ușurință a focului.

În caz de incendiu peretele să nu constituie o sursă a unor degajări de gaze nocive, toxice sau a fumului.

La traversarea, prin pereții despărțitori, a canalelor, conductelor

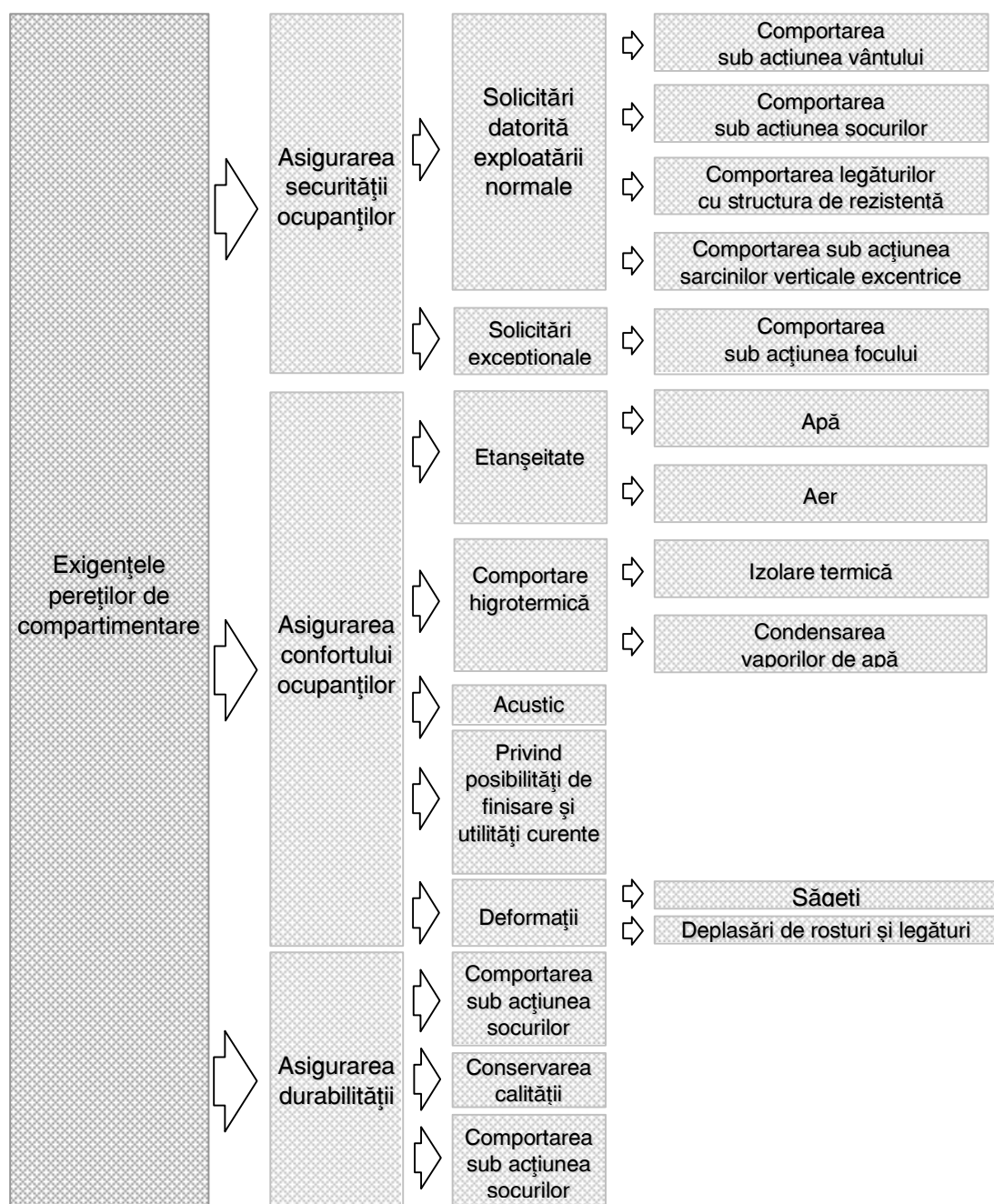


Fig 19.1 Schema exigențelor pereților interiori de compartimentare

Pereți despărțitori neportanți. Legătura cu planșeul și pereții portanți

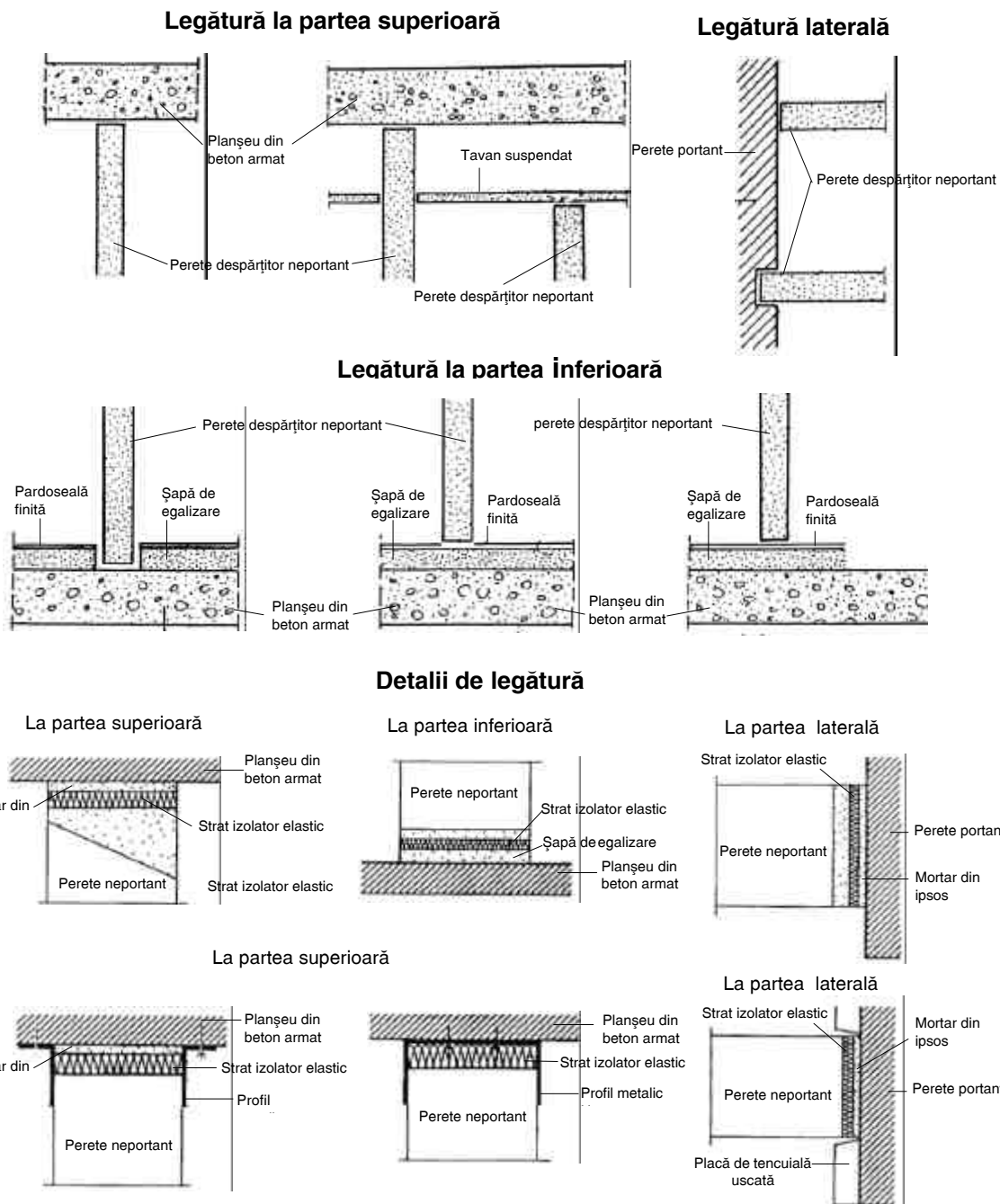


Fig. 19.2 Pereți despărțitori neportanți. Legătura cu planșeul și pereții portanți. Variante. Detalii.

sau cablurilor se vor lua măsuri de etanșare cu materiale rezistente la foc.

Încorporarea în pereții de compartimentare a traseelor și aparatajelor electrice, doze, prize se va face prin executarea unor protecții corespunzătoare din materiale incombustibile pentru a se evita aprinderea datorită avariilor sau defectărilor proprii instalațiilor electrice.

Etanșeitatea pereților interiori

Această exigență influențează concepția rosturilor și legăturile cu elementele structurale.

Variațiile dimensionale ale rosturilor și legăturilor se datorează toleranțelor de realizare a structurii clădirii și pereților interiori dar și variației dimensionale pe durata de exploatare normală.

Etanșeitate la apă. În încăperile în care sunt prevăzute pardoseli, care se curăță prin spălare cu apă, legătura între peretele de compartimentare și pardoseală va fi astfel alcătuită încât să asigure etanșeitatea la apă pentru încăperile alăturate.

În cazul încăperilor cu procese umede (băi, bucătării), unde apare posibilitatea de umezire a peretelui sau de condensare a apei pe suprafața acestuia, se va prevedea un finisaj etanș la apă. Finisajul va evita acumularea apei în partea inferioară a peretelui.

Etanșeitatea la aer a peretelui de compartimentare este cerința necesară care se ia în considerare la alcătuirea

constructivă a acestui element de construcție.

Capacitatea de izolare termică

Exigența se va impune la pereții interiori ce despart spații cu diferențe de temperatură mai mari de 5 °C (holuri, casa scării, garaje). Aceasta cerință trebuie asigurată pentru garantarea condițiilor minime de confort termic și consum minim de combustibil pentru încălzire.

Capacitatea de izolare la zgomot aerian

Exigență importantă a pereților interiori de compartimentare trebuie să satisfacă condițiile privind indicele de izolare la zgomot aerian E_A , indice ce trebuie să fie mai mare ca 1 în cazul separării încăperilor din apartamente adiacente, coridoare, holuri comune, casa scării și de 20 în cazul când desparte încăperi din cadrul aceluiași apartament.

19.3. PEREȚI DIN AZBOCIMENT

La clădirile industriale fără condiții climatologice interioare speciale, pereții de închidere se pot executa din plăci ondulate de azbociment, iar la clădirile unde pereții au și funcțiune higrtermică se realizează din panouri-sandviș, cu o placă sau două din azbociment și un strat median termoizolant (fig.19. 2).

Trebuie menționate o serie de avantaje ale plăcilor ondulate din azbociment: sunt incombustibile, inoxidabile, negelive, imputrescibile,

impermeabile, nedeformabile, și cu greutate proprie redusă.

Prinderea plăcilor de azbociment ondulat depinde de materialul din care este alcătuit scheletul peretelui.

În cazul pereților expuși la variații termice semnificative sau la vibrații, prinderea se realizează cu dispozitive ce permit deplasarea liberă a plăcilor față de scheletul pereților.

Montajul plăcilor începe de la soclu spre streșină, în rânduri verticale, de la un capăt al peretelui la celălalt. Montajul începe de la marginea construcției, pozată în partea opusă direcției vânturilor dominante.

Panoul în trei straturi se realizează din două plăci de azbociment plane presate și un miez termoizolator (vată minerală sau polistiren celular), lipite cu adezivi, și o barieră contra vaporilor, intercalată, la partea interioară, între placa de azbociment și termoizolație.

Panourile în trei straturi pot fi finisate prin vopsire.

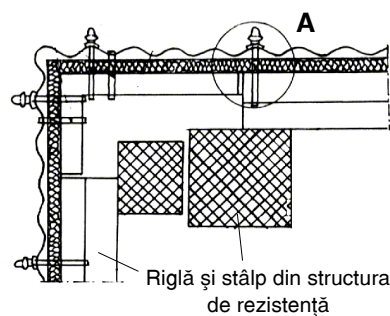
Grosimea necesară termoizolației se stabilește pe baza unui calcul termotehnic și de eficiență economică.

Panourile sandviș sunt prevăzute cu rame de margine cu șanț pe contur, care servește la îmbinarea panourilor, prin intermediul unei bare de azbociment. Panourile pentru pereți se fixează de scheletul de rezistență prin intermediul unor piese metalice.

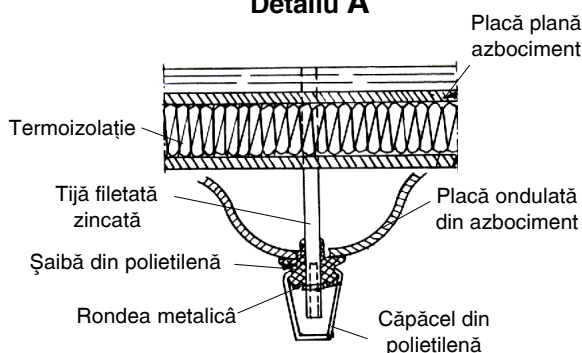
Rosturile panourilor-sandviș se etanșează cu chit elastic și bandă de cauciuc.

Panouri sandwich din azbociment

Îmbinarea la colțuri



Detaliu A



Prinderea panoului de rigla structurii de rezistență

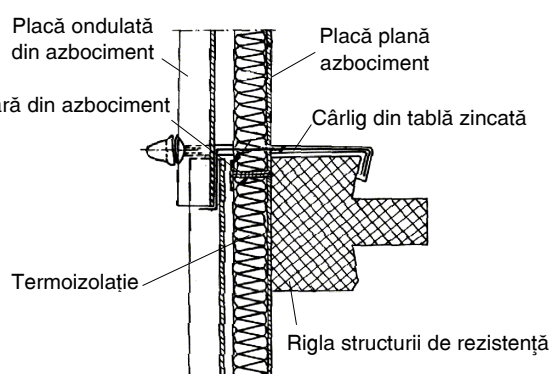


Fig. 19.3 Panouri sandwich din plăci de azbociment plan și ondulat

19.4. PEREȚI DE COMPARTIMENTARE DIN STICLĂ

Acești pereți se pot realiza din plăci presate din sticlă și din geam profilat (fig. 19.3).

Pereții din plăci presate din sticlă se execută dintr-un strat sau din două straturi de plăci presate cu un strat de aer.

Plăcile presate se zidesc cu mortar de ciment în rânduri orizontale, dispuse pe muchie, cu rosturile verticale în prelungire. Pereții se consolidează prin înglobarea, în rosturile orizontale și verticale, a unor bare din oțel-beton.

În timpul execuției, se acordă o deosebită atenție aplicării stratului de mortar, pentru a se evita contactul direct între plăcile din sticlă și barele de oțel.

Pentru a permite deplasările datorită dilatării și contracției peretelui, se prevede, la capete, un material elastic (pâslă minerală, P.F.L. polistiren).

Pereții ce au lungimea mai mare de 5 m sunt prevăzuți cu un cadru de beton armat sau metalic.

Pereții din geam profilat se realizează din profile U din sticlă, autoportante, în așezare simplă sau dublă (fig. 19.3).

Sticla poate fi simplă sau armată cu o rețea din sârmă de oțel.

Pereții din geam de profilat se pot executa cu dimensiuni relativ mari, fără prinderi intermediare ceea ce conduce la obținerea unei iluminări optime și uniforme (se pot obține înălțimi > de 6 m în cazul pereților cu pozare dublă).

Acești pereți realizează închideri etanșe. Datorită registrelor vitrate mari, pereții din geam de profilat creează o arhitectură specifică. Datorită ușurinței la montare, geamul de profilat este recomandat pentru pereții de compartimentare. Legătura geamului profilat cu elementele de structură se face prin intermediul unui cadru metalic, beton armat sau lemn având formă de U. Ancorarea acestui cadru metalic (profil U) de elemente de rezistență se realizează prin cel puțin două puncte de prindere.

Fâșiile de geam profilat se reazemă, la partea inferioară și superioară, pe un pat elastic, cu compresibilitate redusă și cu rezistența mare la îmbătrânire (fig.19. 3).

Peste acest suport elastic, în cadrul ramei metalice, de ambele părți ale geamului de profilat, se pozează elementele de calare din material plastic, care, ulterior, se acoperă cu chit de etanșare.

La montare, fâșiile din geam de profilat se introduc cu capătul de sus în ramă, după care se coboară pe patul ramei inferioare (fig.19. 3).

Pereții din sticlă profilată se remarcă prin: realizarea unor compartimentări vitrate la clădiri cu destinații diverse, proces de montaj "uscat", productivitate ridicată, cheltuieli de întreținere minime.

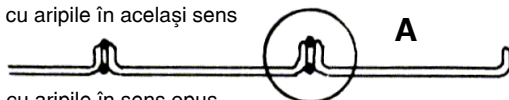
19.5. PEREȚI DIN LEMN

Utilizarea lemnului la realizarea clădirilor este justificată de o serie de avantaje:

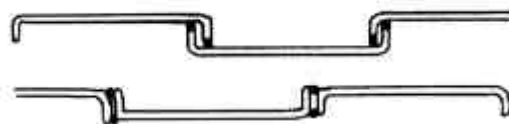
Pereți de compartimentare din sticlă

I. Pereți simpli din profil

cu aripile în același sens

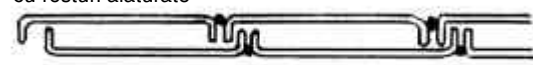


cu aripile în sens opus

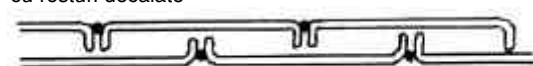


Pereți dubli din profil

cu rosturi alăturate

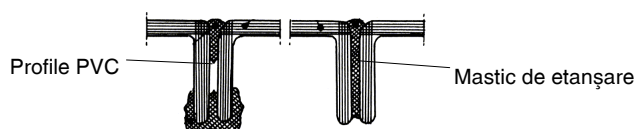


cu rosturi decalate

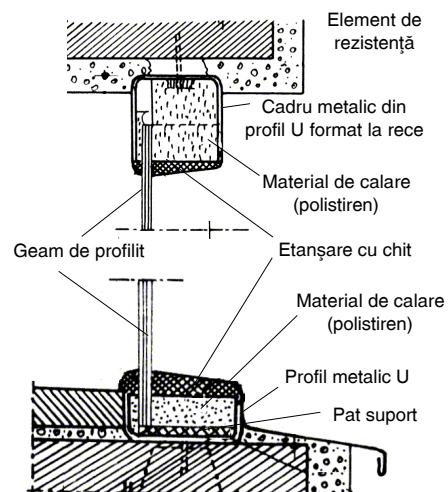


Detaliu A

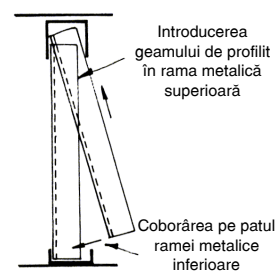
Etanșarea geamului de profil



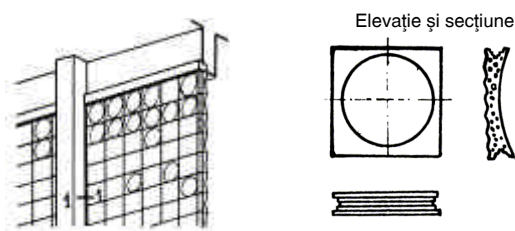
Rezemarea peretelui de profil



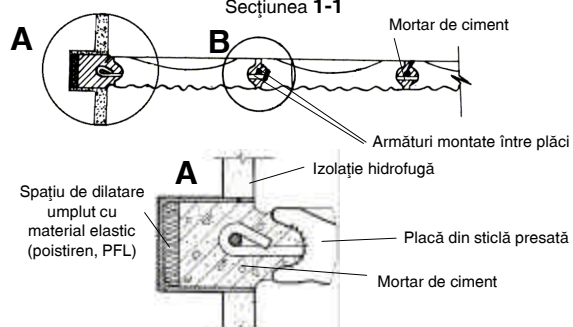
Montarea geamului de profil



II. Pereți din plăci presate din sticlă



Secțiunea 1-1



Perete dublu din plăci din sticlă presată

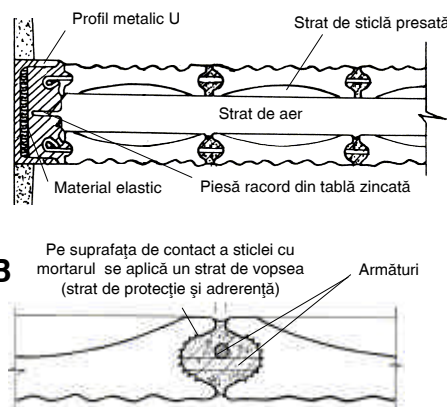


Fig. 19.4 Pereți de compartimentare din sticlă de profil (I) și din plăci de sticlă presată (II)

- comportare foarte bună în raport cu solicitările mecanice;
- relativa ușurință a prelucrării și a punerii în operă;
- comportare bună la intemperii;
- aspect plăcut.

Clădirile din lemn cu mare eficiență economică și timp redus de execuție se pot confecționa în ateliere specializate, cu prefabricare totală.

Scheletul de rezistență, anvelopa, pereții interiori se concep din elemente simple, cu dimensiuni rezonabile, în vederea unui transport, a unei depozitări și montări eficiente.

Scheletul de rezistență (pereți, șarpantă, suport pardoseală) este prevăzut din elemente liniare asamblate rigid la noduri (fig. 19.5. I).

Pereții exteriori au fost concepuți dintr-un schelet de lemn (montanți și rigle), izolație termică, a cărei grosime a rezultat din obținerea unei rezistențe termice mari, care să micșoreze în timpul exploatării clădirii, consumul de combustibil pentru încălzire.

În anvelopă s-a prevăzut și un al doilea strat de izolare termică, care să micșoreze punțile termice ale scheletului clădirii. Această termoizolație se pozează într-un caroiaj de lemn decalat de structură (fig. 19.5. I).

La partea interioară a anvelopei se montează plăci de ipsos-carton.

În alcătuirea pereților exteriori se prevede o barieră de vapori, pozată spre interiorul termoizolației și un strat paravânt așezat în exteriorul acesteia, înaintea paramentului exterior. Acest

parament poate fi alcătuit din diverse materiale (scânduri de lemn pozate pe verticală sau orizontală).

Clădirile din lemn realizate din schelet și panouri din lemn în 3 straturi (fig. 19.5. II).

Din acest punct de vedere, pereții din lemn pot fi pereți prefabricați din: lemn, plăci fibro-lemnoase, aglomerate lemnoase.

Pereții prefabricați din lemn se execută în 3 straturi.

Fețele panoului se realizează din scânduri, iar stratul termoizolant și fonoizolant din vată minerală, polistiren ignifugat. Termoizolația se protejează cu o barieră contra vaporilor spre interior. Panoul prefabricat este bordat cu o ramă din lemn, iar în interior este prevăzut cu rigle de rigidizare.

Pentru obținerea unui contact organic între fețele din lemn și stratul termoizolator, pe fețele din lemn se fixează o rețea de șipci.

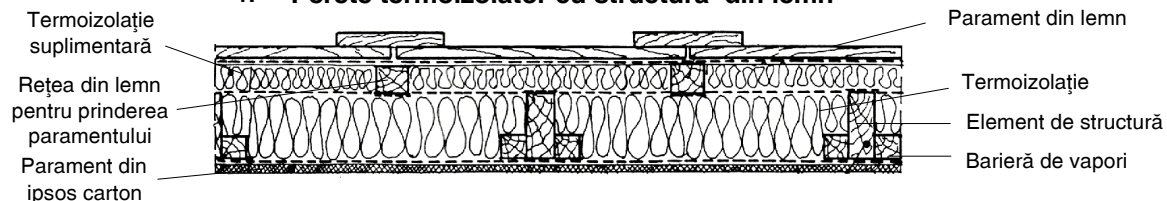
Pereții din plăci fibrolemnoase (P.F.L.) pot fi: plăci dure emailate sau melaminate și plăci poroase, având calitate fonoabsorbantă.

Structura peretelui este realizată dintr-un schelet de lemn pe care se montează plăcile din P.F.L.

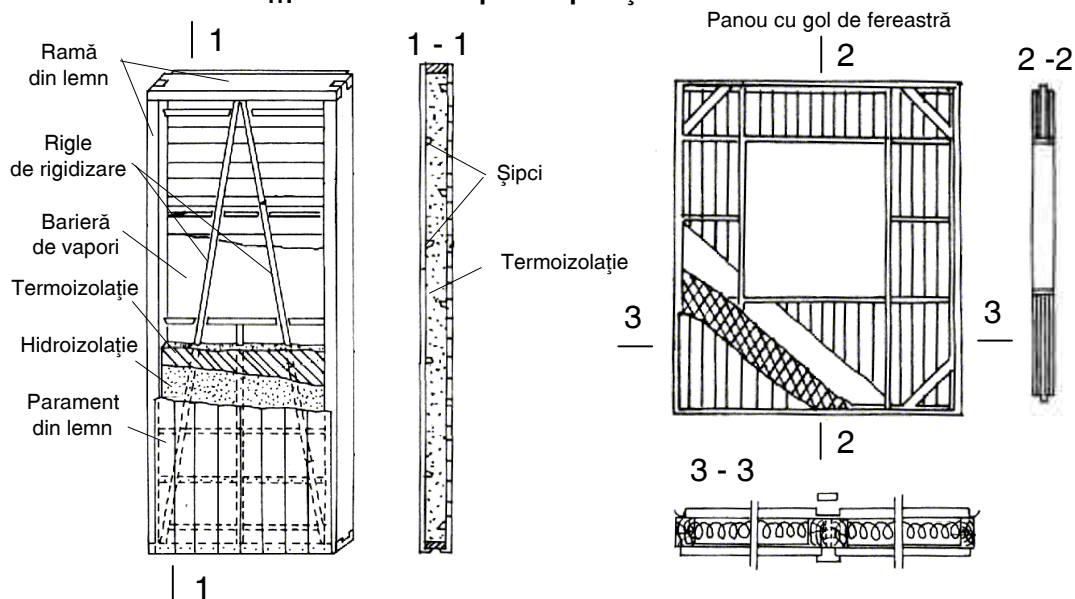
Pentru a se mări capacitatea de izolare acustică, între fețele din P.F.L. dur ale panoului de perete se interpun plăci din P.F.L. poros sau vată minerală, iar prinderea fețelor din P.F.L. dur de riglele scheletului se face prin intermediul garniturilor de cauciuc (fig. 19.5. III).

Pereți din lemn

I. Perete termoizolator cu structură din lemn



II. Panouri pentru pereți din lemn



III. Pereți din plăci fibrolemnoase (PFL)

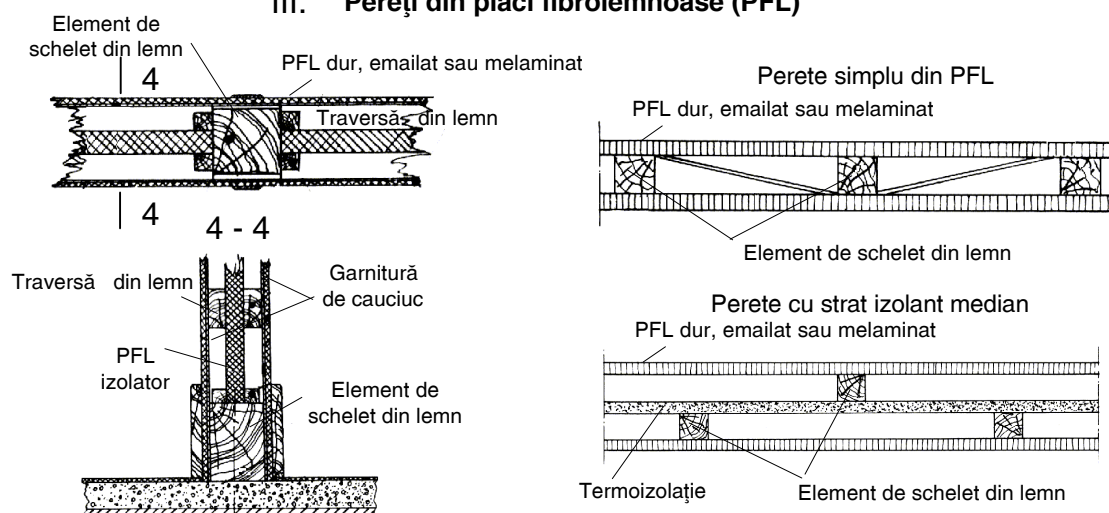


Fig. 19.5 Pereți de compartimentare și închidere din lemn

Rosturile între panouri sunt aparente sau acoperite cu șipci de lemn profilate.

Pereții din plăci aglomerate din lemn se execută cu plăci din așchii de lemn (PAL) sau cu plăci din așchii de lemn extrudate (presate în direcția fețelor) și acoperite cu o foaie de placaj (PALEX).

Pereții din plăci aglomerate din lemn se realizează sub formă de panouri, având lungimea egală cu înălțimea încăperii.

Asamblarea panourilor se face în lambă și uluc.

Pe pardoseală, panourile se fixează între două pervazuri prinse în dibluri, iar la tavan în mod identic sau cu un profil metalic.

19.6. PEREȚI DIN MASE PLASTICE

Folosirea maselor plastice la execuția pereților ușori ai clădirilor este justificată de : rezistența bună la acțiunea agenților atmosferici și coroziune, greutatea redusă, conductivitatea termică redusă, posibilități usoare de prelucrare, modelare și aspect variat.

Aceste materiale prezintă și o serie de dezavantaje care trebuie luate în considerație la alegerea materialului și în alcătuirea pereților de compartimentare: deformații relativ mari la acțiunea temperaturii, îmbătrânirea prematură și rezistența slabă la acțiunea focului.

Materialele plastice folosite în confecționarea elementelor de rezistență a pereților sunt materiale termoplaste și materiale termorigide.

Materialele termoplaste au proprietatea de a se deforma la cald, revenind la starea inițială în urma răcirii. Din această grupă fac parte: P.V.C., polistirenul, acetatul de vinil, compușii poliacrilici (Plexiglas).

Aceste mase plastice pot fi rigide, semirigide sau elastice și se prelucrează prin: injectare, calcinare și extrudare, ambutisare sau modelare în vid.

Materialele termorigide, care au o mare coeziune moleculară, se prelucrează prin modelare sub presiune și aplicare cu pistolul. Din această grupă fac parte: melamina, poliuretani, poliesteri care se folosesc armați cu fibră de sticlă.

Produsele curent folosite în alcătuirea scheletului panourilor sunt: poliesterii armați cu fibră de sticlă, P.V.C-ul (profile, foi cutate sau ondulate) și polimetacrilatul de metil (plăci).

Miezul termoizolant al panourilor poate fi realizat în mai multe moduri. Materialele termoizolante alcătuite din spume de materiale plastice (polistiren celular, policlorura de vinil rigidă, poliuretan), comparativ cu cele minerale (vată minerală) sau vegetale (plută expandată), au o densitate aparentă mult mai mică, se prelucrează și se pun în operă cu ușurință.

Pereții se execută cu structură omogenă, polistirenul expandat este bordat cu elemente din P.V.C. sau cu structură stratificată, având la mijloc miez termoizolant.

În cazul unui panou sandviș, straturile portante de la exterior și interior sunt realizate din țesătură de mase plastice pe bază de polistiren și protejate antifoc cu plăci de ipsos. Miezul termoizolant, din hârtie ignifugată, poate avea formă de fagure. Între aceste straturi groase de termoizolație se interpun straturi de rigidizare a miezului. Straturile exterioare ale panoului, cu funcțiuni de protecție și finisaj, au culori și texturi diferite. Această soluție prezintă avantajul unei bune izolări termice și fonice, o întreținere ușoară și ieftină.

19.7. PEREȚI DIN SCHELET ȘI PLĂCI DIN IPSOS ARMAT

Pereții de compartimentare sunt alcătuiți din schelet (lemn sau metal-profil economic) dublu sau simplu și plăci din ipsos-carton la exterior. Izolația se introduce în spațiul interior. Acești pereți despărțitori au greutate redusă, productivitate marită, timp scurt de execuție, montaj simplu și ușor, și asigură flexibilitate funcțională.

Funcție de exigențele funcționale (înălțimea peretelui), acustice, protecție la foc și termice (la gradient mare de temperatură), pereții pot fi:

- cu schelet simplu și un rând sau două de plăci din ipsos-carton;
- cu schelet dublu cu două rânduri de plăci de ipsos carton cu sau fără placă intermediară.

Tehnologia de montaj a acestor pereți este simplă, rapidă, și constă în:

- trasarea pereților pe elementele de rezistență (pereți, planșee, stâlpi);

- fixarea scheletului prin intermediul diblurilor și șuruburilor (rigle de contur și montați verticali);

- fixarea plăcilor de ipsos-carton pe una din fețele peretelui;

- montarea izolației, care se realizează funcție de exigențele acustice și termice, dar și de protecția la foc;

- placarea dubla, impusa de exigențele acustice și de protecție la foc, va avea rosturile dintre plăcile de ipsos-carton din primul rând etanșate iar cele din rândul al doilea decalate;

- prinderea plăcilor de schelet, care se face cu ajutorul șuruburilor de montaj rapid;

- forma și îmbinarea rosturilor, ce permite armarea materialului de etanșare.

Pereții despărțitori din schelet și plăci de ipsos-carton pot fi cu și fără instalații înglobate.

În pereți pentru instalații se înglobează trasee de instalații și se includ elemente de susținere ale obiectelor sanitare (lavoar, boiler și wc în consolă). Pereții pentru instalații au o structură metalică suplimentară, pentru preluarea încărcărilor din obiectele sanitare cu greutate mari.

Structura suplimentară a fost dimensionată pentru a prelua greutatea obiectelor sanitare poziționate în consolă.

În cadrul acestor pereți pentru instalații, profilele introduse suplimentar sunt rigidizate pe înălțime cu plăcuțe.

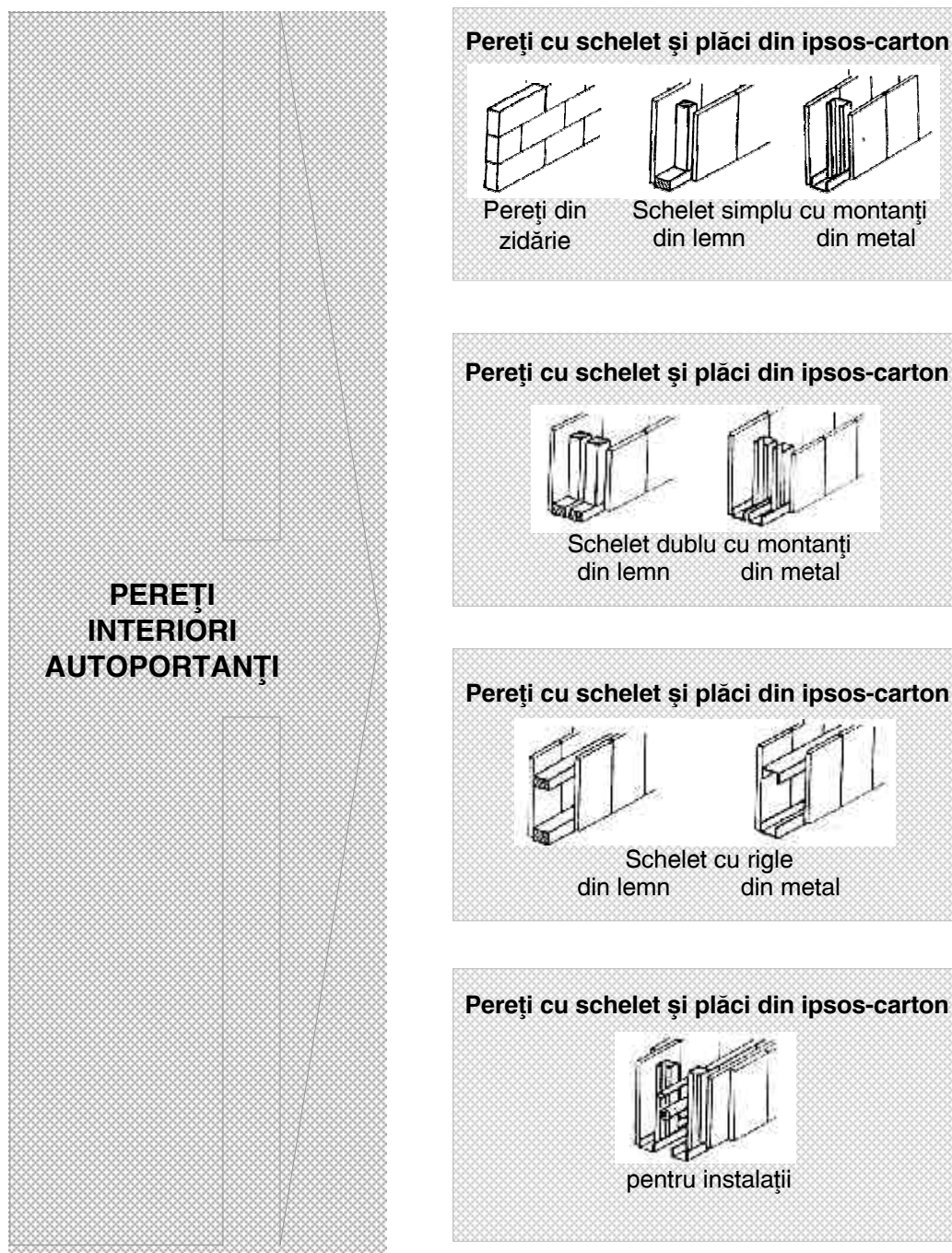
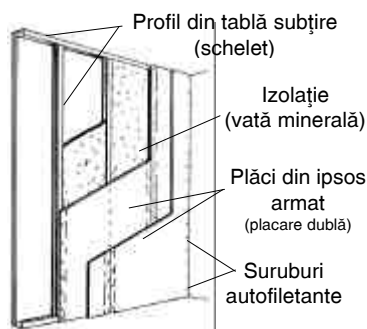
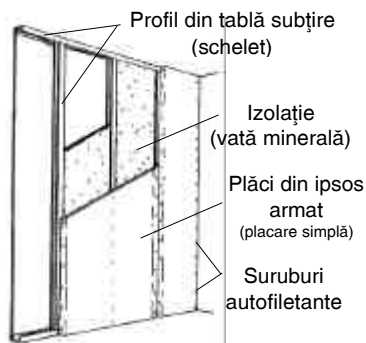


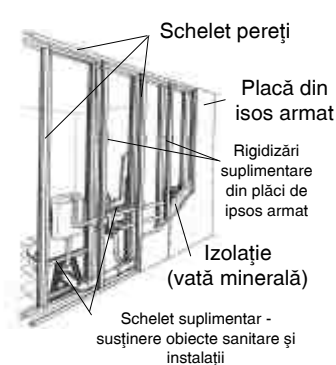
Fig. 19.6 Schema pereților interiori autoportanți de compartimentare.

Pereți interiori cu schelet și plăci din ipsos armat

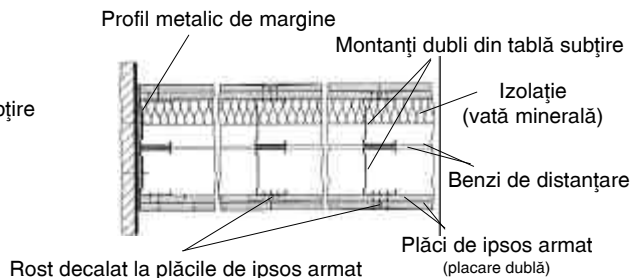
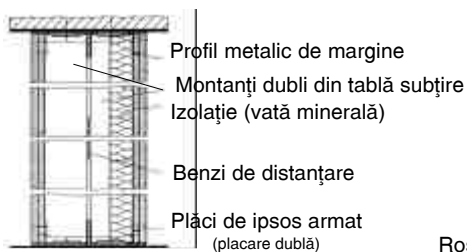
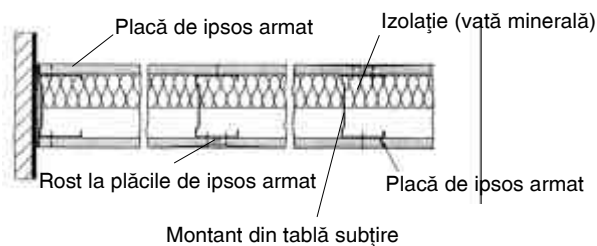
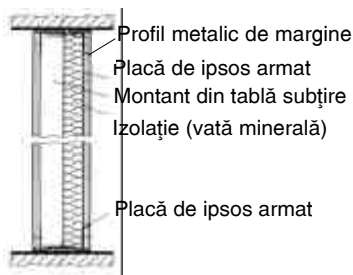
Perete interior autoportant cu placare simplă și dublă



Perete ce adăpostește instalații



Perete autoportant cu schelet și placare simplă



Determinarea greutateii corpurilor grele (P) agățate de pereții din schelet și plăci

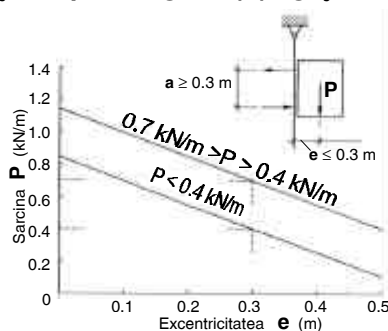


Fig. 19.7 Pereți interiori cu schelet și plăci din ipsos armat (simpli și dubli)

În funcție de greutatea obiectelor sanitare, structura suplimentară se fixează în pardoseală.

Montajul pereților pentru instalații se realizează prin:

- fixarea instalațiilor;
- placarea unei fețe a peretelui cu plăci de ipsos-carton;

- pozarea izolației fonice, în spațiile libere, pentru atenuarea zgomotului din instalații;

- placarea pe cealaltă față a peretelui cu plăci din ipsos-carton.

În peretele existent se realizează un spațiu pentru intervenția specialistului, în vederea remedierii unor defecțiuni.

PEREȚI EXTERIORI TIP CORTINĂ

20.1. GENERALITĂȚI

Fațadele ușoare prefabricate sunt alcătuite dintr-o structură de rezistență proprie și elemente de umplutură. Acestea se caracterizează prin grosime și greutate redusă.

Cele mai răspândite tipuri de fațade ușoare sunt pereții-cortină și panourile de fațadă (fig.20.1.III).

Peretele-cortină este un perete ușor, suspendat la exteriorul structurii de rezistență a clădirii (fig.20.1.II).

Acest tip de perete nu depinde, din punct de vedere dimensional, de exteriorul clădirii, comparativ cu panoul de fațadă care este modulat după traveele structurii de rezistență, deoarece se fixează între elementele acesteia.

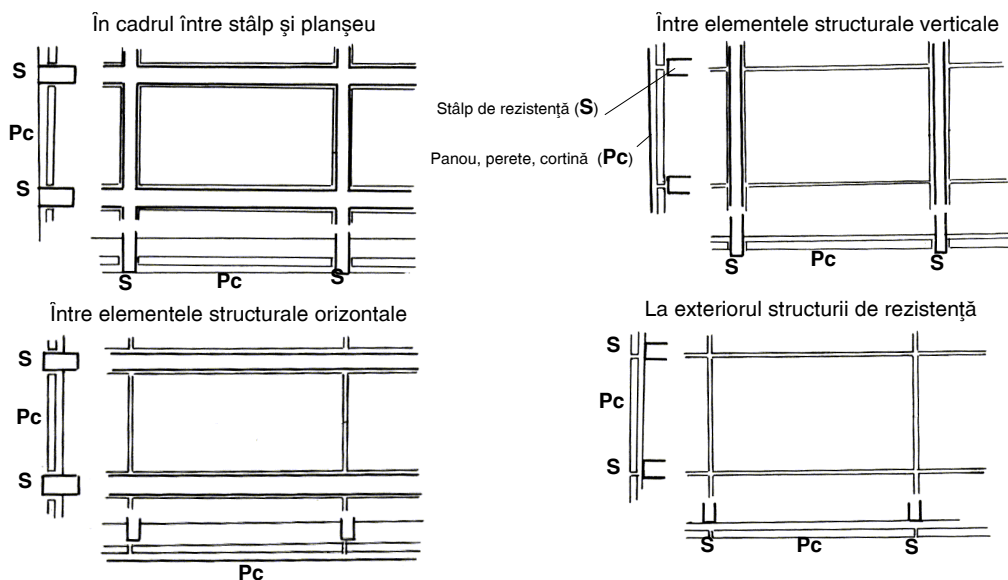
Alcătuire constructivă

Peretele-cortină se compune din următoarele elemente (fig.20.2):

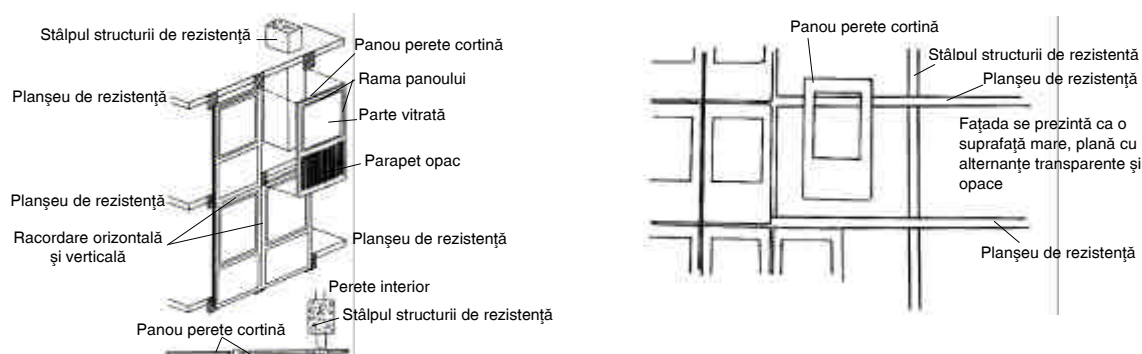
- stratul exterior, decorativ și de etanșare, care poate fi realizat din sticlă emailată, tablă de oțel emailată, tablă și aluminiu și, în proporție mai redusă, azbociment tablă galvanizată sau tablă inoxidabilă;
- izolația termică - din polistiren celular, spumă de sticlă, produse minerale;
- bariera de vapori se realizează cu folii sintetice, lacuri, vopsele;
- stratul interior se execută, de cele mai multe ori, din tablă galvanizată, plăci de azbociment, plăci aglomerate din lemn, tablă de aluminiu;

Pereți cortină

I. Pozarea panourilor în raport cu structura de rezistență



II. Montarea panourilor la pereții cortină



III. Închiderea clădirilor cu panouri de fațadă și panouri perete

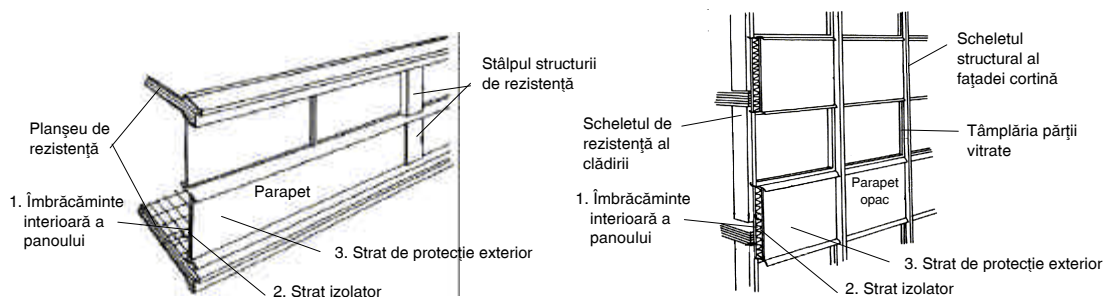


Fig. 20.1 Pereți cortină. Pozarea panourilor (I). Montarea panourilor cortină (II). Tipuri de fațade (III)

- ramele panourilor sunt alcătuite, la clădirile de locuit, în mare proporție, din aluminiu sau oțel;
- etanșarea panourilor se face cu masticuri, profile din cauciuc și din materiale plastice.

20.2. COMPORTAREA LA ACȚIUNI EXTERIOARE

Comportarea la acțiunea diferitelor solicitări la care sunt supuși pereții-cortină, în cursul exploatării (sarcinile climatice, acțiunea chimică a mediului înconjurător, zgomotul, umiditatea, focul), impun rezolvarea unor probleme noi în comparație cu pereții tradiționali.

Acțiunea vântului constituie încărcarea principală pe care o preiau pereții-cortină.

Preluarea presiunii și a suucțiunii vântului se realizează prin legăturile de ancorare a fațadei ușoare de structura clădirii (fig.20.3).

Paramentului exterior al panourilor, alcătuit din plăci de grosime mică, trebuie să i se asigure un grad de rigiditate la acțiunea vântului. Aceasta se realizează prin elemente de consolidare sau printr-o geometrie eficientă (ondulat, cutat) la încovoiere.

Altă solicitare dominantă a acestor pereți, comparată cu cei tradiționali, este variația de temperatură. Această sensibilitate caracteristică fațadelor ușoare se explică prin faptul că în alcătuirea lor intră materiale cu greutate redusă, cu coeficient de dilatare ridicat (la aliajele de aluminiu, coeficientul de dilatare fiind dublu, în comparație cu cel

al oțelului). Pentru preluarea deformațiilor liniare produse de temperatură, la îmbinările dintre două elemente metalice liniare, se prevede un manșon fixat rigid în interiorul unuia din elemente, pe care poate culisa liber cel de al doilea element. În cazul dilatații împiedicate, în elemente apar eforturi care pot produce ruperi sau flambări ale acestora.

Acțiunea calorică a radiației solare asupra pereților ușori, a căror capacitate de acumulare este redusă, impune măsuri speciale pentru asigurarea confortului termic. Aceste măsuri sunt determinate de:

- limitarea cantității de energie calorică transmisă;

- întârzierea procesului de transmitere prin folosirea suprafețelor opace ;

- folosirea, la exterior, a materialelor capabile să reflecte o parte a energiei calorice datorita radiației solare(aluminiu oxalat) sau a panourilor ventilate.

Pentru combaterea acțiunii calorice a radiației solare, la pereții-cortină se pot folosi următoarele mijloace: condiționarea aerului în interiorul încăperilor, orientarea (spre nord sau sud) a fațadelor, folosirea geamurilor transparente duble, a geamurilor termoabsorbante, simple sau duble, a geamurilor stratificate reflectante și a ecranelor de protecție.

Pereți cortină. Secțiuni. Detalii

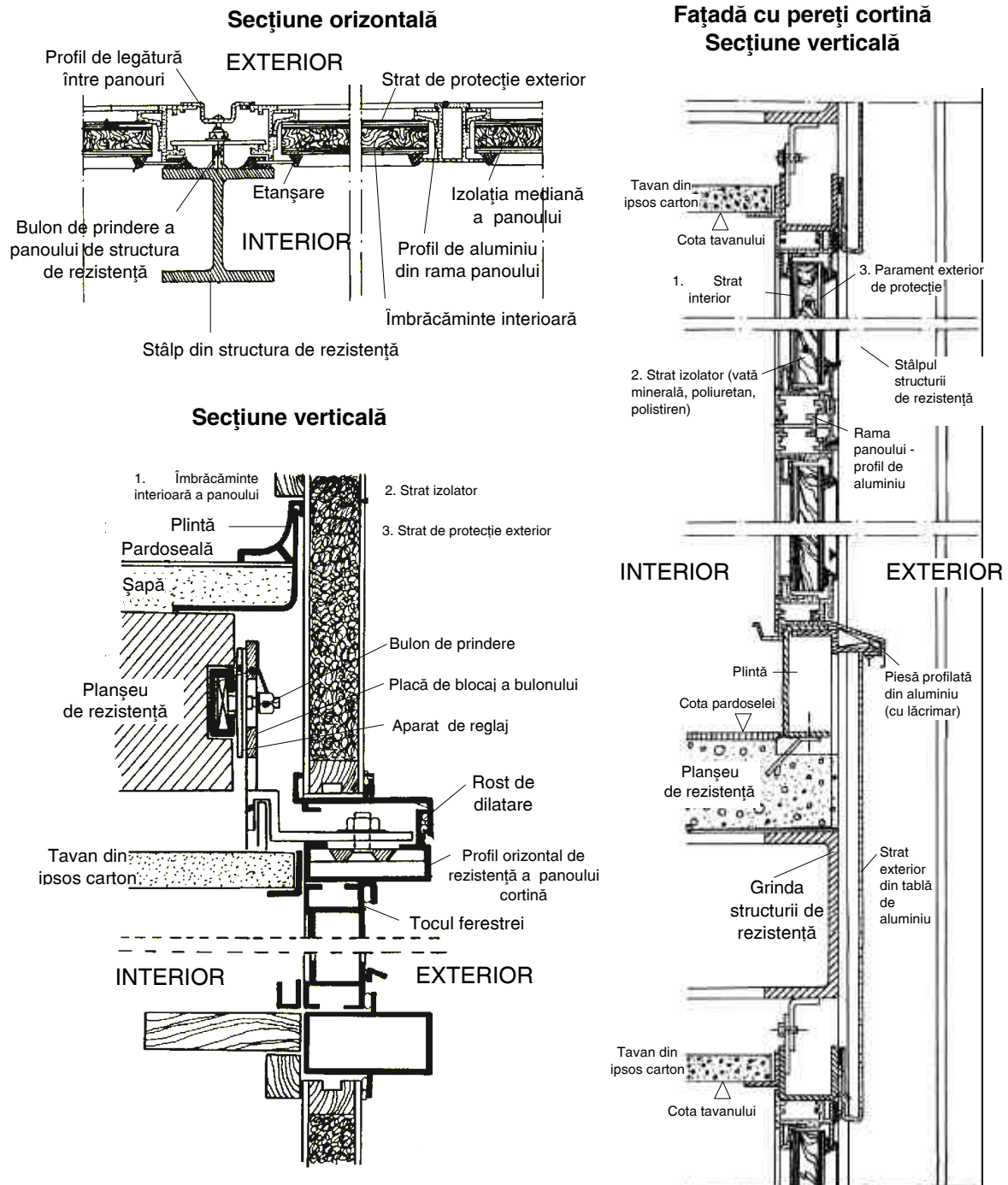


Fig. 20.2 Pereți cortină. Secțiuni orizontală și verticală. Secțiune verticală prin închiderea exterioară

Ecranele de protecție se folosesc la exteriorul clădirii cu scopul ca radiația solară să nu ajungă pe suprafața fațadei. Acestea se realizează prin scoaterea în consolă a planșeelor sau prin prelungirea spre exterior a plinurilor dintre ferestre. Ecranele se folosesc și ca elemente constructive distincte, care se montează pe fațadă.

Pentru reglarea radiației solare și a luminozității se pot prevedea ecrane mobile. Ecranele de protecție permit reducerea instalațiilor pentru condiționarea aerului, care prezintă dezavantajul de a fi costisitoare.

În afară de acțiunea calorică, radiația solară mai are și o acțiune fotochimică, ce se manifestă prin alterarea culorilor și îmbătrânirea maselor plastice. Din această cauză, trebuie creată posibilitatea înlocuirii materialelor degradate.

Coroziunea atmosferică este importantă la structurile metalice ale pereților-cortină, diferențiindu-se după tipurile de atmosferă: marină, industrială, urbană, rurală.

Coroziunea galvanică (datorită cuplurilor galvanice între 2 metale cu potențiale electrice diferite) este preîntâmpinată prin separarea, cu materiale slab conductoare de electricitate (neopren), a contactului dintre aluminiu-aramă; zinc-aramă; oțel neprotejat-aramă; oțel neprotejat-aluminiu.

20.3. ETANȘEITATEA

Această exigență trebuie asigurată în caz de ploaie, zăpadă, praf și vânt.

Problema etanșeității la fațadele ușoare este una dintre cele mai delicate din punct de vedere tehnic, deoarece pune probleme de alcătuire și de impermeabilizare a rosturilor.

Rosturile prin care poate pătrunde apa și aerul sunt cele de la nivelul racordărilor dintre elementele structurii metalice a peretelui-cortină, elementele structurii metalice și de umplutură, părțile fixe și de umplutură ale tâmplăriei.

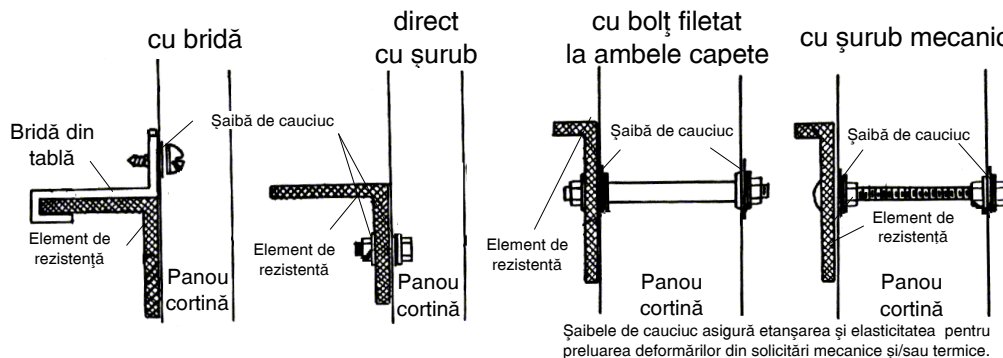
O condiție a legăturilor din rosturi este aceea ca ele trebuie să rămână elastice în timp și să permită deplasarea relativă a elementelor peretelui-cortină, supuse tasărilor, eforturilor alternate ale vântului, precum și contracțiilor termice (fig.20.2).

Produsele de etanșare se clasifică în:

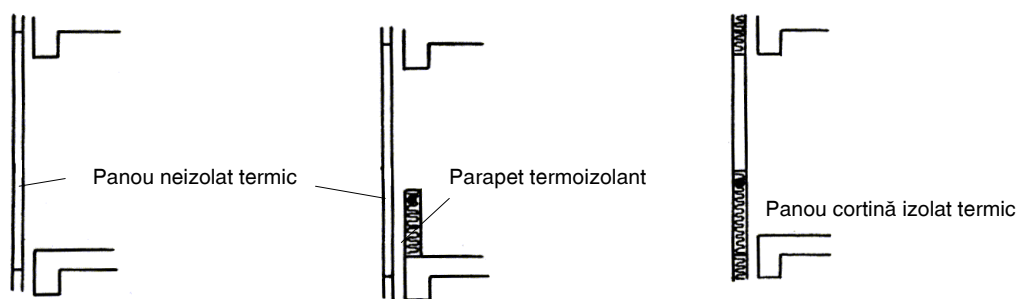
- produse care acționează prin aderență, din care fac parte: produsele în formă de pastă și cimenturile elastice (cauciuc sintetic);
- materiale care lucrează la compresiune, din care fac parte: materialele celulare (spume pe bază de cauciuc sintetic) și materiale profilate (elastomeri și plastomeri).

Pereți cortină

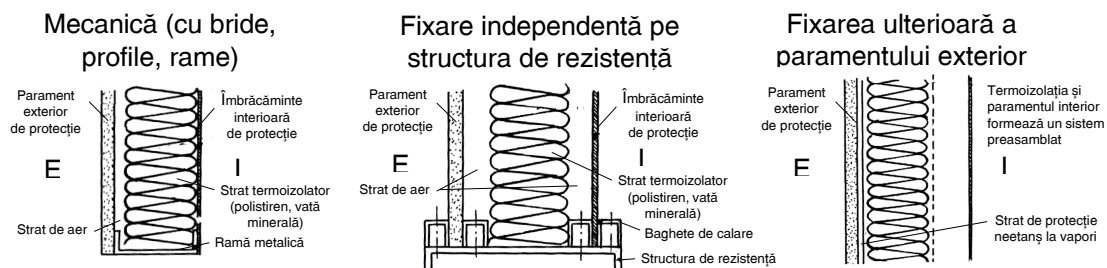
Fixarea panourilor cortină (din tablă neizolată termic) pe structura de rezistență



Izolare termică la pereți cortină



Asamblare componente panouri



Pozarea panourilor în raport cu montanții peretelui cortină

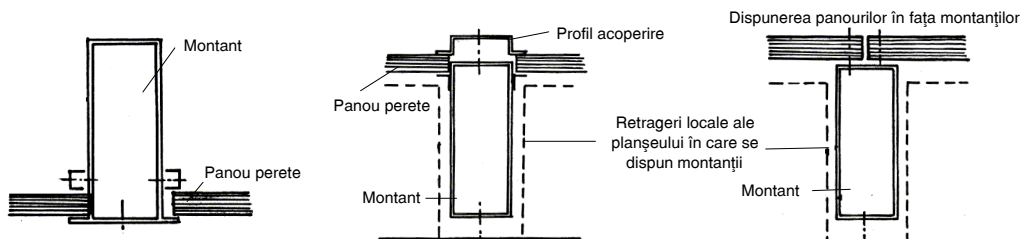


Fig.20.3 Pereți cortină. Fixarea mecanică a panourilor. Izolarea termică. Asamblarea componentelor. Dispunerea panourilor în raport cu montanții

20.4. COMPORTAREA HIGROTHERMICĂ

La proiectarea pereților-cortină, una din problemele principale o constituie determinarea rezistenței reale la transmisie termică (fig.20.3). Aceasta se poate realiza numai dacă se ține seama de fluxul termic al elementelor pline ale fațadei, ale scheletului metalic și al structurii de rezistență a clădirii.

Scheletul metalic al pereților-cortină poate prezenta punți termice importante, la nivelul cărora se pot produce fenomene de condens; acestea sunt evitate în măsura în care sunt suprimate profilele ce traversează grosimea panoului.

Inerția termică a fațadelor ușoare constituie o problemă esențială în asigurarea confortului termic.

Capacitatea calorică redusă a fațadelor ușoare poate fi compensată de capacitatea de absorbție a pereților interiori și a planșeelor, cu condiția ca acestea să fie masive și să nu fie căptușite cu materiale izolante (termice sau fonice), ce reduc capacitatea de absorbție.

Problema asigurării confortului termic la clădirile cu pereți-cortină este deosebită, din cauza alcătuirii lor eterogene: suprafețe vitrate mari și masă redusă.

20.5. IZOLAȚIA ACUSTICĂ

Exigența acustică își mărește eficacitatea, dacă:

- se asigură, pe cât posibil, izolarea fonică a părților vitrate;

- se evită ca punctele de îmbinare să nu prezinte "punți fonice";

- se are în vedere faptul că nu poate fi mărit esențial efectul fonic, prin utilizarea de materiale grele pentru părțile opace.

Problema izolării fonice aferentă părții vitrate a pereților este una dintre problemele cele mai complexe în arhitectura clădirilor.

Sticla constituie un perete transparent de lumină și, de obicei, foarte subțire; așadar, ea este comparată cu o piele de tobă. Un grad de izolație fonică (urmărind, concomitent, și o izolație termică) se obține prin ferestrele duble, cu geamurile distanțate la minimum 2 cm. E recomandabil să fie asociate cu geamuri de grosimi diferite.

Geamul cel gros se amplasează în partea de unde vine zgomotul. În cazul în care se folosesc geamuri simple pentru izolație fonică, grosimea acestora va fi de 8...10 mm sau 10...12 mm.

Șocurile primite direct de pereții-cortină (spre exemplu zgomotul ploii sau al grindinii) pot fi atenuate pe părțile pline ale fațadei, prin prevederea de materiale fonoabsorbante cât mai apropiate de locurile de impact. Părțile vitrate nu pot fi protejate decât de o pernă de aer situată între două geamuri.

20.6. REZISTENȚA LA FOC.

În caz de incendiu, principalele funcțiuni ale peretelui exterior sunt:

- limitarea extinderii focului în interiorul clădirii;
- împiedicarea propagării focului între etaje;
- împiedicarea propagării focului în clădirile adiacente.

Ferestrele reprezintă zone de protecție nulă împotriva focului.

În cazul pereților-cortină, este necesară folosirea unor materiale rezistente la foc - pentru elementele componente ale fațadelor - și fixarea lor în structura de rezistență, eventual, la nevoie, utilizarea unor perdele de apă care să se opună trecerii focului și care să limiteze temperatura.

20.7. MONTAJUL PEREȚILOR CORTINĂ

Componentele pereților-cortină pot fi asamblate prin lipire, pe cale mecanică sau independent.

Cele trei straturi ale pereților ușori se assemblează prin lipire, când stratul de izolare termică este rigid și când plăcile interioare și exterioare oferă o bună suprafață de lipit cu miezul. Lipirea se realizează cu cleiuri rezistente la umezeală. Dacă miezul termoizolant este permeabil la vapori, apare necesară introducerea unei bariere de vapori între fața interioară și miez (fig.20.3).

Asamblarea mecanică, pe contur, a celor trei straturi se efectuează în cazul straturilor termoizolante cu rezistență

meccanică redusă. Această asamblare se realizează prin ambutisare sau îmbulonare, prin adăugarea/neadăugarea unor profile auxiliare.

Pentru o comportare termică favorabilă a peretelui, va fi asigurată ventilarea termoizolației, prin circulația aerului între stratul termoizolant și parametrul exterior.

Montarea independentă a celor 3 elemente în structura de rezistență a peretelui poate fi realizată, prin asigurarea unei circulații a aerului, în special atunci când paramentul exterior este executat din sticlă.

Panourile de închidere pot fi dispuse în raport cu montanții: la limita interioară, între sau în fața montanților (fig.20.3). Dispunerea la limita interioară a montanților este dezavantajoasă, deoarece oferă posibilitatea creării punților termice. Pozarea panourilor între sau în fața montanților rezolvă parțial sau total problema punților termice, dar mărește distanța la care se găsesc panourile în fața planșeelor, creând astfel dificultăți în separarea și izolarea fonică a pereților (fig.20.1).

Caracteristicile principale ale pereților-cortină, indiferent de tipul lor, sunt următoarele:

1. Se pretează la o uzinare completă, în serii mari, în întreprinderi care asigură o execuție riguros controlată.
2. Asigură o reducere importantă a consumului de manoperă pe șantier și o scurtare a duratei de execuție.

3. Unele soluții permit montarea din interiorul clădirii ceea ce conduce la suprimarea cheltuielilor legate de schele, iar execuția lucrărilor se poate desfășura independent de condițiile meteorologice.

4. Grosimea redusă a pereților-cortină sporește suprafața utilă a încăperilor.

5. Grosimea redusă a pereților permite o rezolvare mai economică a structurii de rezistență a clădirii și a fundațiilor, fapt ce determină o reducere importantă a costului transportului de materiale.

6. Pereții-cortină pot fi înlocuiți, parțial sau total.

7. Cheltuielile de întreținere, la acest tip de pereți, sunt mult mai reduse decât cele pe care le presupun clădirile tradiționale, deoarece acestia sunt alcătuiți, la exterior, din materiale neporoase, care nu rețin praful și apa, nu favorizează fixarea și dezvoltarea microorganismelor; întreținerea lor constă, în general, în spălarea periodică.

8. Oferă posibilități noi de tratare a fațadelor din punct de vedere arhitectural, într-o amplă gamă de soluții, punând la dispoziția arhitectului o mare varietate de materiale (sticlă, metal, email), culori, ca și posibilități de rezolvare a reliefului fațadelor.

ELEMENTE SPAȚIALE

21.1 GENERALITĂȚI

Sistemele de elemente spațiale pe bază de beton sau alte materiale se pot aplica la clădirile-parter sau etajate.

Elementul spațial reprezintă o unitate structurală tridimensională a clădirii, prefabricată integral în uzină.

Sistemele cu elemente prefabricate au intrat relativ recent în competiția industrializării, sub diverse denumiri: "sisteme tridimensionale", "elemente volumetrice", folosind cele mai variate materiale și tehnologii.

Din punct de vedere a posibilităților de asamblare a elementelor spațiale se pot realiza clădiri civile cu următoarele destinații: locuințe, hoteluri, clădiri în stațiuni balneoclimaterice, birouri de organizare de șantier, cămine, spitale.

Din punct de vedere al posibilităților de prefabricare, al transportului, depozitării și montării, soluțiile cele mai

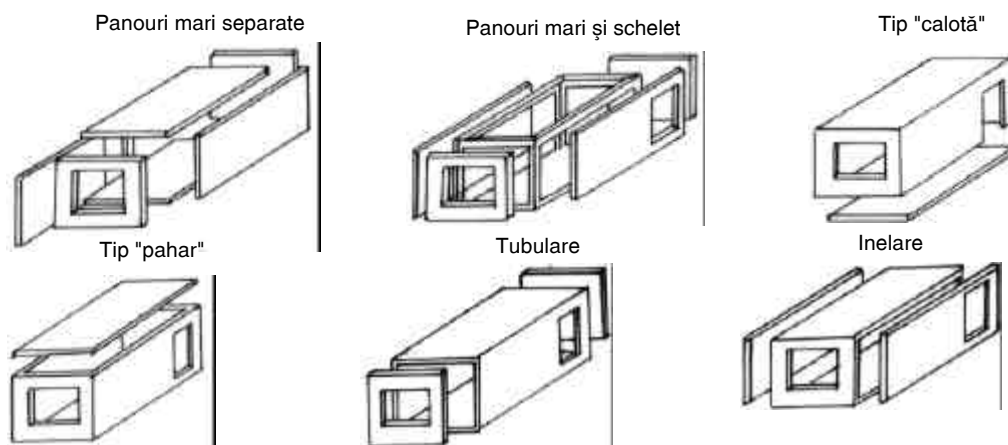
adecvate trebuie alese printr-un studiu tehnico-economic competent și comparativ.

La concepția și execuția elementelor spațiale pentru clădiri de locuit și-au adus contribuția mai multe ramuri ale industriei, nu numai industria construcțiilor, bazată pe realizarea prefabricatelor din beton armat. În unele țări dezvoltate, execuția acestor elemente prefabricate spațiale se realizează și din metal, lemn, materiale plastice.

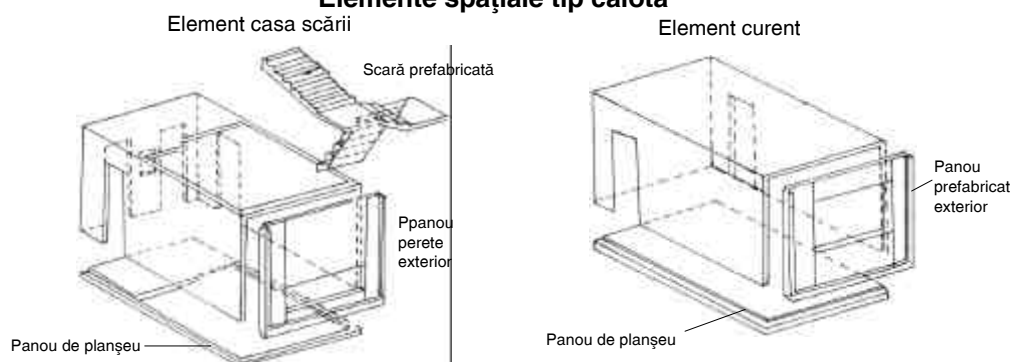
Avantajele elementelor spațiale

Avantajele clădirilor din elemente spațiale sunt: reducerea volumului de manoperă, industrializarea lucrărilor de finisaj și instalații, reducerea greutateii totale a clădirii (cu 15...25%), asigurarea unui confort termic și fonic superior elementelor tradiționale, asigurarea unei substanțiale reduceri a duratei de execuție.

Elemente spațiale Tipuri



Elemente spațiale tip calotă



Clădiri alcătuite din elemente spațiale

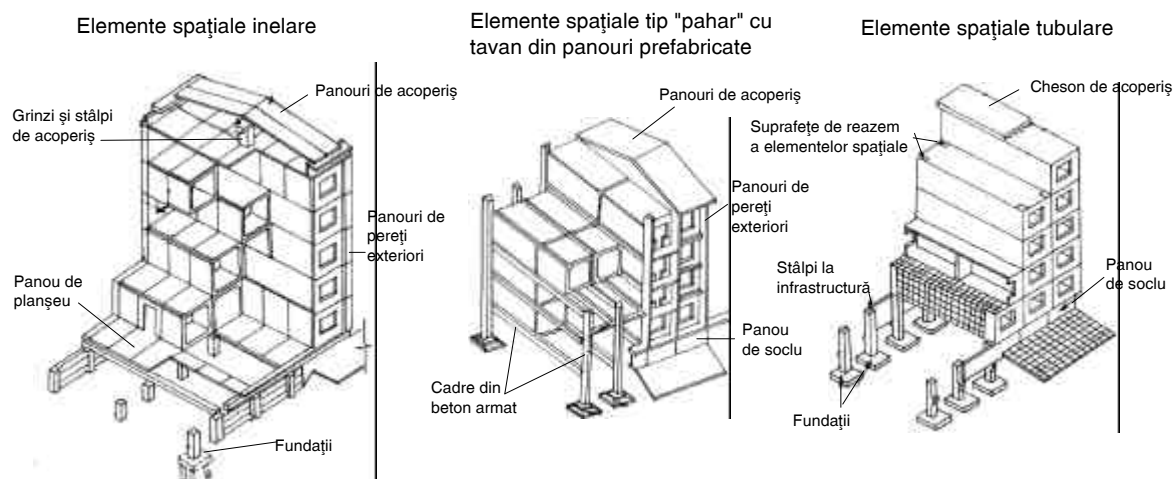


Fig. 21.1 Elemente spațiale din beton armat.

Sistemele constructive cu elemente spațiale prefabricate din beton armat se prezintă în diferite soluții, atât din punct de vedere al tipurilor de elemente spațiale proiectate și cofecționate cât și din punctul de vedere al modului de asamblare al acestora în cadrul structurii de rezistență al clădirilor (fig.21.1).

Rosturile elementelor spațiale

În rosturile de fațadă a clădirilor din elemente spațiale trebuie realizată o continuitate funcțională a fațadei în condițiile preluării deformațiilor și abaterilor dimensionale.

Exigențele funcționale ale rosturilor de fațadă sunt:

- asigurarea legăturii elementelor adiacente între ele cât și de structura clădirii;
- asigurarea unui spațiu minim pentru ca modificările dimensionale să se desfășoare neîmpiedicat în exploatare;
- compensarea diferitelor abateri dimensionale de confecționare, care apar în limitele unor toleranțe admisibile;
- garantarea spațiului necesar între elementele spațiale pentru ușurarea montajului și demontării în caz extrem;
- etanșeitate la vânt, apă;
- transmiterea solicitărilor statice și dinamice datorită încărcărilor exterioare;
- ameliorarea punților termice;
- realizarea unor fațade estetice, unitare.

21.2.CONCEPȚIA CLĂDIRILOR DIN ELEMENTE SPAȚIALE

Problemele principale în concepția clădirilor din elemente spațiale sunt (fig. 21.1, 21.2, 21.3):

- alegerea elementelor performante care prin asamblare să realizeze structuri antiseismice și funcționale;
- analiza exigențelor îmbinărilor între elementele spațiale prin selectarea principiilor de alcătuire, tehnologie de confecționare și montaj a acestor îmbinări;
- alcătuirea de detaliu a îmbinărilor în legătură cu tehnologia de confecționare și montaj;
- studiul finisării elementelor spațiale (în fabrică sau pe șantier).

Tipuri de elemente spațiale

Formele de prefabricare a elementelor spațiale pot fi diverse, și anume: tip "pahar", tubulare sau inelare. (fig. 21.1)

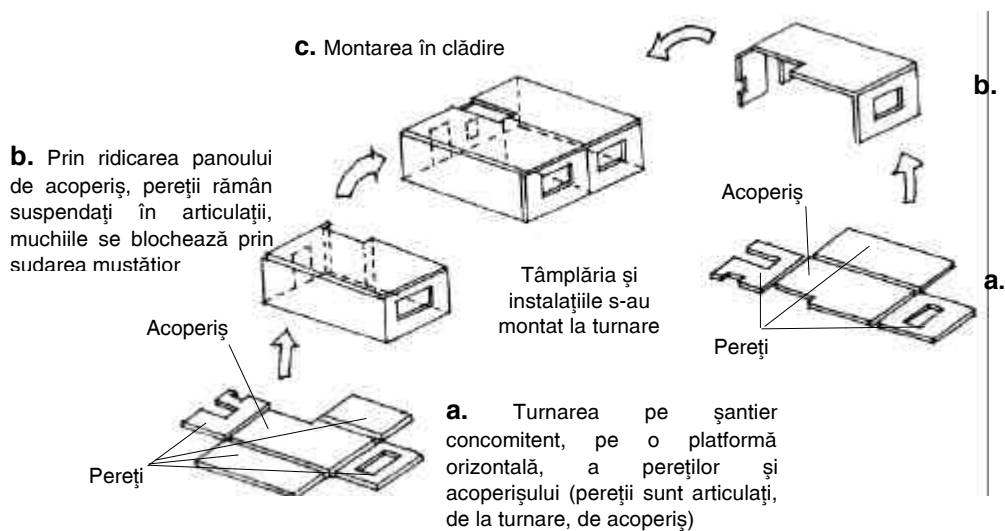
Clădirile pot fi alcătuite din elemente spațiale tubulare sau inelare, care se descarcă între ele, cu fațadele alcătuite din panouri mari prefabricate. De asemenea, pot fi compuse din elemente spațiale tip "pahar", care transmit sarcinile unui schelet din cadre prefabricate.

Vor fi descrise mai jos o serie de sisteme de elemente spațiale.

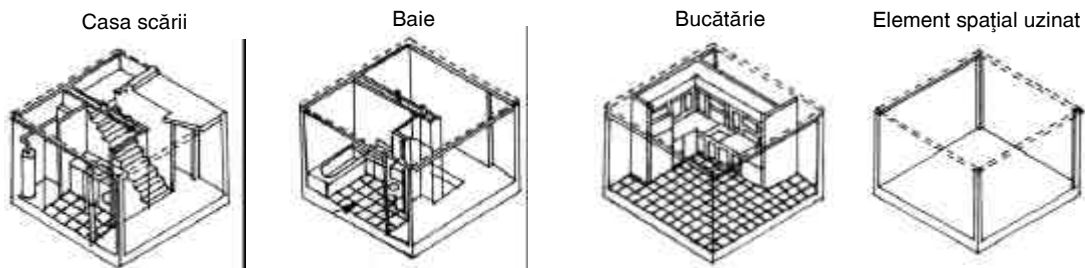
- Elemente spațiale inelare care sunt alăturate prin alternare în ambele sensuri orizontal și vertical. Acest element spațial are forma unui cadru

Elemente spațiale

Element spațial cu părțile componente turnate pe o platformă orizontală



Tipuri de elemente spațiale



Un element spațial poate fi pozat între celelalte oricum, obținându-se clădiri până la trei nivele

Apartament cu două nivele



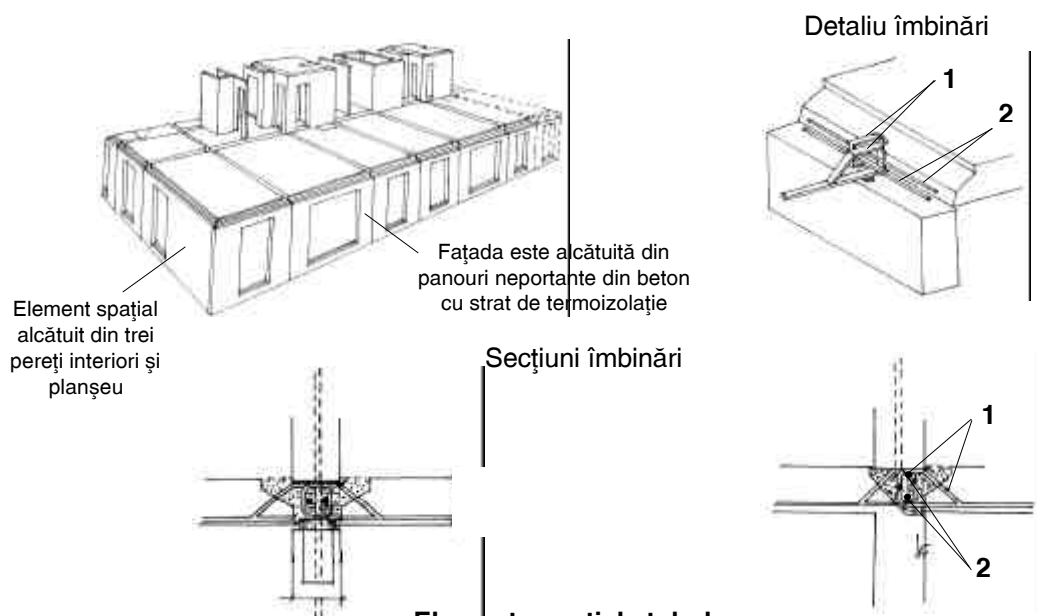
Posibilități de asamblare (case individuale, blocuri de locuit, case de vacanță, cămine)



Fig.21.2 Elemente spațiale. Turnate pe platformă orizontală. Tipuri. Asamblare.

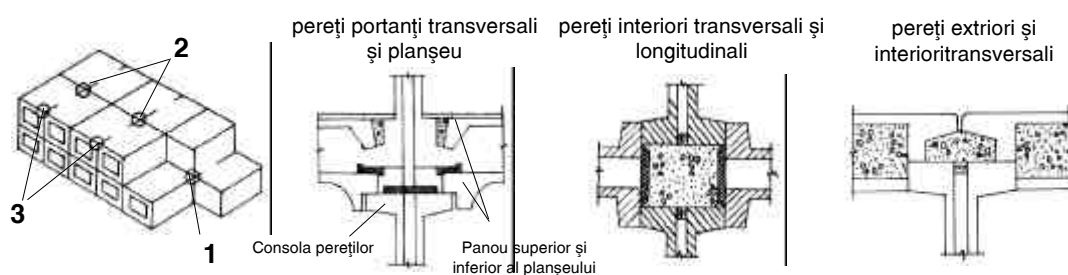
Elemente spațiale

Elemente spațiale combinate cu panouri mari



Elemente spațiale tubulare

Noduri de legătură între



Elemente spațiale din cadre rectangulare închise

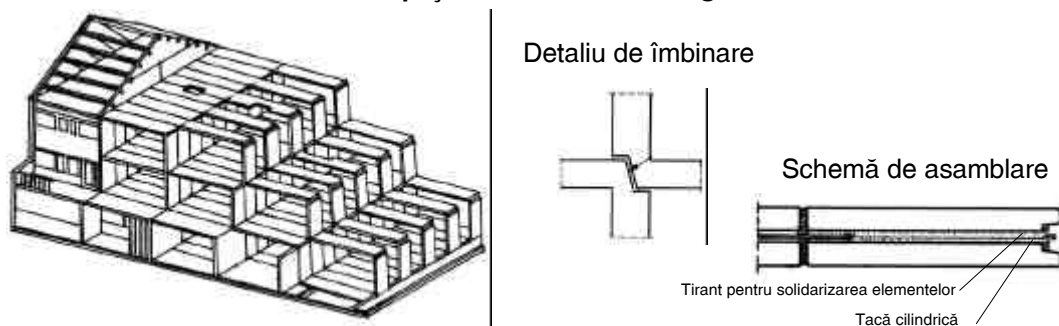


Fig. 21.3. Elemente spațiale: oombinate cu panouri mari; tubulare; din cadre rectangulare închise

rectangular închis. Ele se dispun în șah, datorită faptului că o celulă din două nu reprezintă decât spațiul gol delimitat de cele două celule laterale vecine, ca și de celulele superioară și inferioară.

Elementele spațiale au lățimea 0,90...1,25 m, iar lungimea și înălțimea lor corespund dimensiunilor unei camere, se assemblează cu tiranți (având exclusiv rol de solidarizare), formând cutii rigide. Cablurile cu care se postîntind elementele trec prin găuri prevăzute în aceste elemente și în șanțurile muchiilor.

Acest sistem prezintă avantajul unui număr redus de tipuri de elemente prefabricate și o execuție rapidă. Dezavantajul său provine din aspectul monoton, cât și din dificultățile realizării legăturilor în zonele seismice.

- Cu ajutorul unor elemente spațiale (3 pereți și o placă acoperiș) turnate pe o platformă orizontală (fig.21.2) - după întărire, prin ridicarea acoperișului, pereții rămân suspendați - s-a alcătuit structura unui bloc cu 12 etaje. Clădirea, având 200 apartamente, a fost montată în 14 zile. Elementele spațiale sunt alcătuite din beton ușor. Îmbinările în clădire s-au realizat prin sudură și betonare, ca la panourile mari. Din punct de vedere al costului (datorită posibilității de prefabricare la fața locului), clădirea a rezultat mai ieftină cu 5% decât în tehnologia cu cofraj glisant.

- Un alt sistem, îl constituie elementele spațiale, cu miez dintr-un polimer expandat.

Elementele spațiale sunt lipite cu ajutorul unor polimeri. Clădirea capătă astfel o structură rigidă.

Sistemul menționat beneficiază de un domeniu de folosire cu o remarcabilă diversitate arhitecturală, prin asamblarea de elemente spațiale în clădiri cu unul, două sau trei nivele.

Elementele pot fi asamblate sub formă de clădiri de locuit colective, case individuale, case de vacanță, cămine.

Sistemul este modulat spațial astfel încât orice element simplu poate fi pus în poziția asamblat cu altele sau rotit în orice mod în structura cu trei nivele. Flexibilitatea sistemului oferă posibilitatea alcătuirii a numeroase tipuri de partiuri, prin varietatea numărului de camere și preiau adăugarea de elemente spațiale pentru garaje sau terase.

Dezavantajul acestui sistem apare la transportul și montajul elementelor spațiale cu dimensiuni mari.

- Au fost realizate clădiri de locuit colective, cu sistem combinat, folosind elemente spațiale și panouri mari din beton greu. (fig.21.3)

În cadrul acestui sistem, s-au utilizat 3 tipuri de elemente prefabricate: pentru camere (11 t), băi (10 t), ascensor (8,5 t).

Elementele spațiale pentru camere se montează înglobând și pereții despărțitori, pozați anterior pe planșeu, cu tehnologia panourilor mari. Folosirea acestor elemente spațiale determină eliminarea unei părți mari a îmbinărilor

de intersecții la panourile mari, măbind astfel viteza de montaj.

Analizând soluțiile constructive și variantele de asamblare putem susține că utilizarea unor elemente spațiale din beton armat se datorează modului în care acestea răspund la :

principalele legități ale confecționării și montării industrializate a clădirilor;

- dezvoltarea unor utilaje

caracteristice procedeului de prefabricare cu diferite grade de mecanizare în fabrică, dar și procedee caracteristice de montaj pe șantier;

- rezolvarea problemelor de alcătuire constructivă a detaliilor, de finisaj și plastică arhitecturală având în vedere dependența între concepția clădirii din elemente spațiale și tehnologia de confecționare și montaj a acestora.

PLANȘEE

22.1. GENERALITĂȚI

Planșeele sunt elemente de construcții plane, orizontale (înclinate la amfiteatre, rampe de acces), ce compartimentează clădirea pe verticală și fac parte din structura de rezistență împreună cu elementele portante verticale (stâlpi, pereți).

Planșeele îndeplinesc rolul de diafragmă orizontală (contravântuire), prin preluarea forțelor orizontale și transmiterea acestora la elementele verticale din structura de rezistență.

În anumite cazuri, planșeele intră în componența anvelopei (suprafața clădirii ce desparte medii cu gradient termic), prin planșeul peste subsol și planșeul terasă.

Alcătuirea generală a planșeului

Planșeul este alcătuit din trei părți principale: pardoseala, structura de rezistență și tavanul.

Pardoseala este alcătuită dintr-un strat de uzură, strat suport, un strat izolator termic și/sau fonic.

Stratul de uzură poate fi alcătuit, funcție de destinația încăperii, din parchet, mozaic sau plăci ceramice.

Stratul suport poate fi executat, funcție de stratul de uzură, din dușumea oarbă sau/si șapă de mortar.

Stratul de izolare termică se prevede la planșeele din anvelopă, cele peste subsol, peste ultimul etaj-terasă. Grosimea stratului de termoizolație (vată minerală, b.c.a., polistiren expandat) se determină din condiția de transfer minim a fluxului de căldură și a unei economii de combustibil pentru încălzire în exploatare.

Stratul de izolare acustică este necesar pentru atenuarea zgomotului de impact, prin realizarea unei dale flotante (o placă rigidă pozată pe un strat elastic) și a zgomotului aerian,

prin prevederea unei mase minime a placii de beton armat (grosime 14 cm).

Tavanul reprezintă partea inferioară a planșeului și poate fi: simplu, acustic, antifoc, luminos, ventilat sau estetic.

Tavanul realizat dintr-un strat de tencuială și/sau zugrăveală (numai zugrăveală la plăci prefabricate din beton) este simplu, ușor și ieftin.

Tavanul cu funcție de izolare acustică este alcătuit din plăci perforate din ipsos armat pe care reazemă un strat fonoabsorbant, de exemplu din vată minerală. Plăcile perforate se prind de structura de rezistență a planșeului prin elemente de agățare.

Tavanul antifoc este conceput din plăci incombustibile (de exemplu din ipsos armat), iar spațiul spre partea de rezistență a planșeului se va compartimenta cu elemente greu inflamabile.

Tavanul ce realizează lumină difuză este alcătuit dintr-un grătar din bare care are rolul de a masca corpurile de iluminat.

Tavanul, care maschează elementele necesare ventilării mecanice, este alcătuit din plăci perforate, suspendate de structura de rezistență a planșeului. În acest spațiu se amplasează gurile de absorbție pentru aerul viciat și de difuzie, pentru aerul condiționat și canalele aferente.

Tavanul estetic este alcătuit din plăci decorative ce maschează structura de rezistență a planșeului.

Structura de rezistență a planșeului poate fi realizată din :

- elemente principale de rezistență (grinzi) și elemente de umplutură (ceramice, din beton armat);
- elemente prefabricate sub formă de fâșii;
- panouri mari (sau semipanouri);
- beton armat monolit alcătuit dintr-o placă continuă ce reazemă direct pe elementele portante verticale sau prin intermediul unor grinzi ori capiteluri executate odată cu placa.

Structura portantă trebuie să reziste la încărcările verticale din greutate proprie a întregului planșeu (pardoseală, structură de rezistență, tavan), la încărcări utile (oameni, mobilier, materiale depozitate) și la încărcări provenite din greutatea pereților de compartimentare autoportanți.

Exigențele planșeelor

Exigența de fiabilitate la planșee semnifică asigurarea la evitarea prăbușirii clădirii, la distrugerea planșeului sau a legăturilor acestuia cu elementele de rezistență verticale, dar și asigurarea rigidității în plan orizontal (modul de lucru ca șaibă rigidă).

Efectul de șaibă (contravântuire orizontală) este în creștere de la structura de rezistență a planșeului, alcătuită din elemente principale și de umplutură, la fâșii, la panouri mari, având valoarea maximă la cea din beton armat monolit.

În stadiul limită de exploatare se vor evita deformațiile verticale excesive. De

exemplu, la planșeele din lemn cu deschidere mare, dimensionarea grinzilor este influențată de limitarea săgeții reale, astfel încât să nu se producă fisurarea tavanului prins de grinzile de lemn.

Exigența de siguranță la foc se referă la asigurarea de către planșeu a duratei necesare siguranței ocupanților clădirii, corespunzătoare unei anumite rezistențe la foc. Această siguranță este dată de timpul minim de evacuare a oamenilor la incendiu și de intervenție în vederea stingerii focului. Planșeul trebuie să asigure împiedicarea propagării focului la etajele adiacente.

Exigența de durabilitate se referă la durata de viață a planșeelor din lemn sau metal, prin menținerea în timp a caracteristicilor la valorile prescrise. Aceasta se realizează prin măsuri de protecție la umezeală a elementelor de lemn sau metal sau la agenți biologici la elementele de lemn.

Exigența de etanșeitate se referă la evitarea infiltrațiilor la încăperile cu umiditate ridicată (băi, spălătorii, unele laboratoare), prin prevederea de hidroizolații generale și asigurarea unor pante minime de scurgere la pardoseală. Exigențele economice la planșee se referă la consumuri minime de materiale și manoperă, grad mărit de prefabricare, durată minimă de execuție și productivitate maximă.

22.2. PLANȘEE DIN LEMN

Planșeele din lemn se confecționează și se montează simplu,

prezintă ușurință la finsaj și la fasonare, au greutate redusă, folosesc eficient calitățile naturale ale lemnului. Aceste planșee au o rezistență redusă la foc, la acțiunea agenților biologici și la influența dăunătoare a umidității.

Planșeele din lemn au fost utilizate din cele mai vechi timpuri. În prezent se folosesc la clădiri cu parter sau parter și etaj, în mediul rural și urban, dar și în zone montane, turistice.

Alcătuire constructivă

Planșeele din lemn se compun din (fig.22.1): grinzi portante din lemn, elemente secundare de rezistență, umplutură și elemente de finisaj-pardoseală, tavan.

Grinzile din lemn portante sunt dispuse în cadrul planșeelor, pe direcția scurtă a încăperilor. Grinzile pot fi pozate după o singură direcție sau după două direcții. Grinzile sunt distribuite după o singură direcție, la o distanță de 70...90 cm, funcție de deschidere, încărcare și tipul elementului de umplutură.

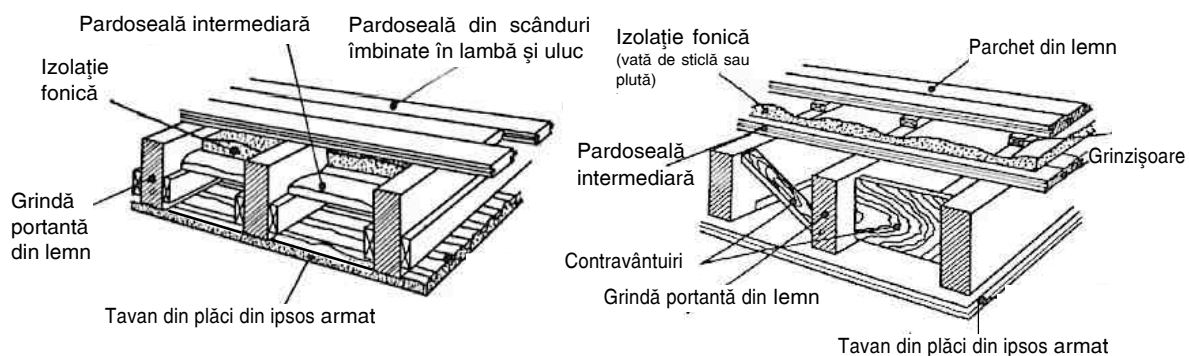
Dimensionarea grinzilor din lemn se realizează din condiția ca săgeata reală să nu depășească cea admisibilă (lungimea grinzii/250...350).

Planșeul cu grinzile distribuite după două direcții are grinzile principale, așezate la distanță de 3,0...5,0 m și grinzi secundare. Grinzile se confecționează din lemn de rășinoase.

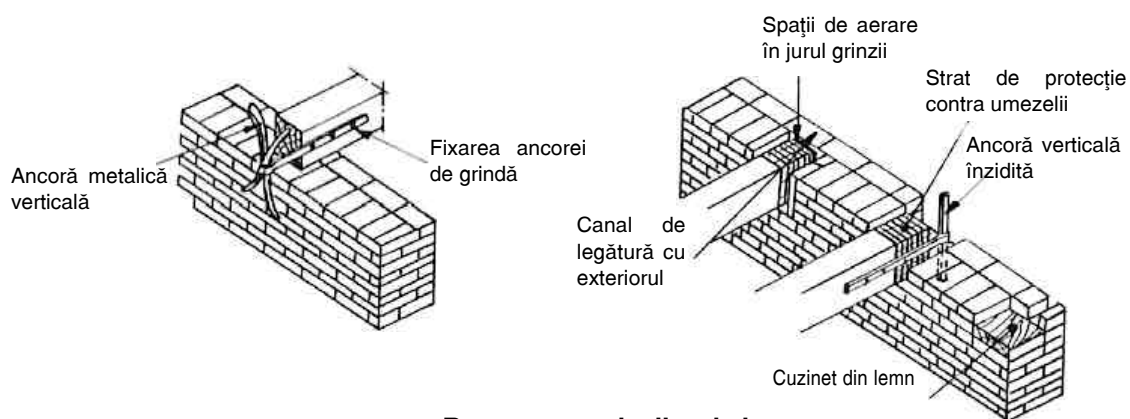
Din rațiuni economice apare necesitatea utilizării grinzilor înalte și de lățime redusă (25 x 5 cm). Pentru

Planșee cu grinzi din lemn

Alcătuire constructivă



Rezemarea și ancorarea grinzilor de lemn pe zidărie



Rezemarea grinzilor de lemn

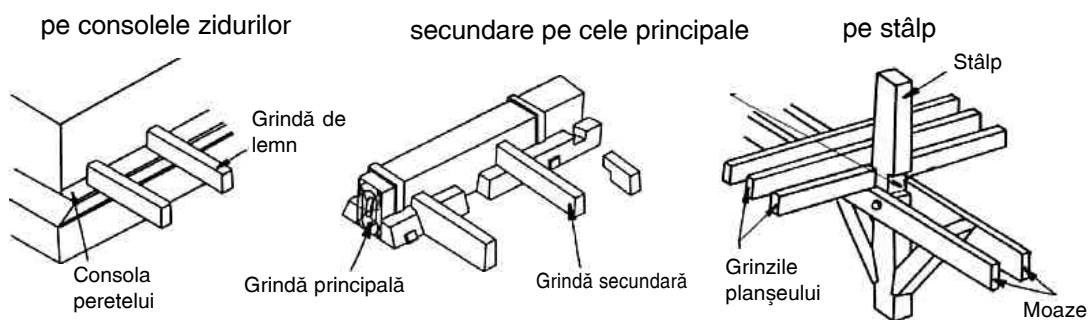


Fig.22. 1 Planșeu cu grinzi din lemn. Alcătuire constructivă.
Rezemarea și ancorarea grinzilor de lemn

rigidizarea acestora se va utiliza o pardoseală din scânduri de grosime mărită. Mărirea rigidității se poate realiza și prin dispunerea de contravântuire între aceste grinzi zvelte.

Rezemarea grinzilor de lemn pe zidărie se face pe retrageri ale peretelui sau în nișe de 15...20 cm, prin intermediul unui dulap de lemn. Între grinda de lemn și pereții nișei se lasă un spațiu de aerisire. Aceasta conduce la o micșorare a secțiunii peretelui, fiind necesară, la pereții exteriori, introducerea unei termoizolații suplimentare pentru micșorarea punții termice.

În vederea prevenirii putrezirii în timp a capetelor grinzii rezemate pe zidărie (solicitate de reacțiunea grinzii), se iau măsuri de antiseptizare și protecție împotriva umezirii (protejarea grinzii cu carton asfaltat).

La pereții interiori, rezemarea grinzilor se realizează prin petrecere sau cap la cap, legătura realizându-se prin intermediul unei piese metalice.

În dreptul coșurilor de fum, rezemarea grinzilor se realizează cu ajutorul unei grinzi-jug. În această zonă, elementele de lemn sunt protejate de efectul temperaturilor ridicate, prin distanțarea de canalele de fum sau umplerea spațiului, între coș și elementele de lemn cu material termoizolant necombustibil.

Grinzile din lemn se ancorează în pereții exteriori, prin intermediul pieselor metalice.

La planșeele din grinzi principale și secundare rezemarea grinzilor secundare pe cele principale se face prin intermediul unor elemente de lemn solidarizate de grinzile principale cu piese metalice.

Folosirea pardoselii din parchet la planșeele din lemn nu prezintă dificultăți; pardoseală cu plăci din mozaic sau gresie, care necesită turnarea unei șape de egalizare, reclamă însă izolarea hidrofugă a lemnului din cauza umidității de la turnarea șapei.

22.3. PLANȘEE METALICE

Motivația utilizării. Planșeele metalice utilizează un material -oțelul cu rezistență mare, sensibil egală, la solicitări de întindere și de compresiune având și un modul de elasticitate ridicat, ceea ce conduce la realizarea unor grinzi cu deschideri mari, cu înălțime și greutate redusă.

Omogenitatea și rezistența la solicitări dinamice a acestui material vor mări aria de utilizare a acestor planșee.

Elementele planșeelor metalice au un grad ridicat de prefabricare, elementele și dispozitivele de îmbinare se pregătesc în ateliere specializate, ceea ce conduce la rapiditate și precizie în execuție. Precizia se datorește folosirii profilelor standardizate și calibrării perfecte a semifabricatelor metalice.

Menționăm că oțelul este un material scump, obținut cu un consum mare de energie, la care se adaugă rezistența redusă la temperaturi ridicate (la

incendiu 500...600°C) și sensibilitatea la coroziune, ce apare în contact cu oxigenul din aer și umezeală.

Planșeele metalice se utilizează la construcții industriale (platforme, pasarele), cu încărcări mari, utilaje care dau sarcini dinamice, construcții civile, multietajate (peste 25 nivele) sau cu deschideri foarte mari.

În anumite situații, când este impusă o înălțime construită și greutate redusă (comparativ cu betonul armat), se vor utiliza aceste planșee la consolidarea clădirilor existente.

Alcătuirea planșeelor metalice

Planșeele metalice se realizează din grinzi metalice și elemente de umplură (fig. 22.2).

Grinzile metalice portante pot fi dispuse după o singură direcție, paralelă cu deschiderea mică a planșeului sau două direcții și anume, grinzi principale după deschiderea mică, iar grinzi secundare perpendicular pe acestea.

Disponerea grinzilor se realizează în funcție de încărcări, de tipul și materialul din care se execută elementele de umplură.

Grinzile se pot executa din profile I, U, grinzi cu zăbrele sudate din profile laminate și oțel beton, grinzi expandate obținute prin tăierea inimii după un anumit profil și întinderea ulterioară a acestuia, grinzi din tablă îndoită la rece.

Rezemarea și ancorarea grinzilor. Pentru a preveni strivirea locală, rezemarea pe pereții de zidărie a

grinzilor metalice se realizează prin intermediul unor plăci metalice de repartiție. În cazul sarcinilor mari, rezemarea pe zidărie se face prin intermediul cuzineților sau a centurilor din beton armat.

La planșeele cu grinzi principale și secundare, rezemarea între grinzi se realizează direct sau prin intermediul unor scaune.

Protecția grinzilor metalice împotriva focului se poate realiza cu ajutorul plăcilor de ipsos armat.

Elementele de umplură se pot realiza din plăci prefabricate din beton, plăci din ceramică armată sau plăci din beton armat monolit.

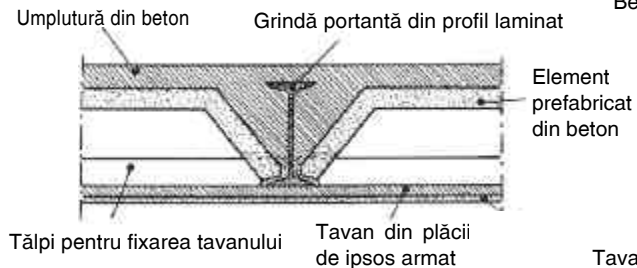
Plăcile prefabricate din beton se pot poza numai pe talpa inferioară a grinzilor metalice sau pot fi plăci diferite, rezemate separat pe talpa superioară și inferioară.

Plăcile din beton armat monolit au avantajul creării unei diafragme rigide în planul orizontal al planșeului, la care se adaugă protecția realizată de beton a profilelor metalice contra focului. Aceste plăci pot fi amplasate la nivelul superior sau inferior al grinzilor metalice, funcție de condițiile specifice ale planșeului. Placa din beton armat monolit se poate turna pe un cofraj pierdut, alcătuit din tablă de oțel cutată ce reazemă pe grinziile planșeului.

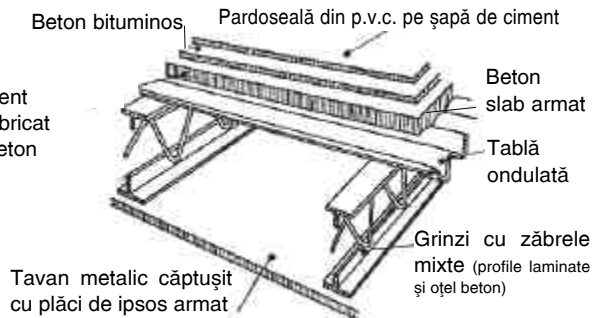
Tabla cutată va contribui, în final, după întărirea betonului, ca armătură suplimentară la preluarea sarcinilor din exploatarea clădirii.

Planșee cu grinzi metalice

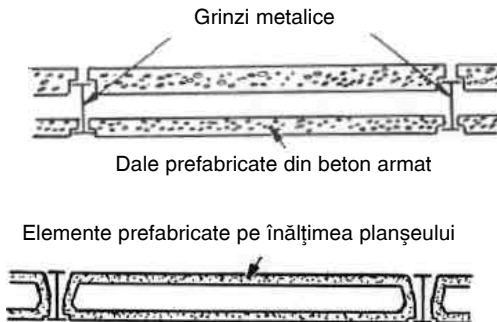
Grinzi din profile laminate



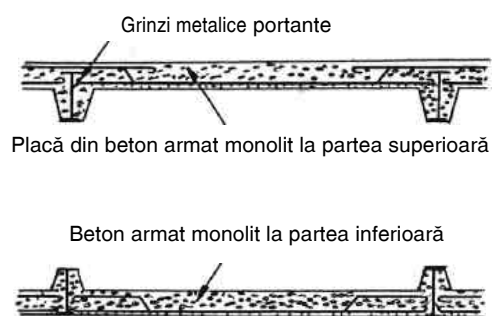
Grinzi cu zăbrele mixte



Elemente de umplură prefabricate



Elemente de umplură din beton monolit



Planșee din profile cu pereți subțiri

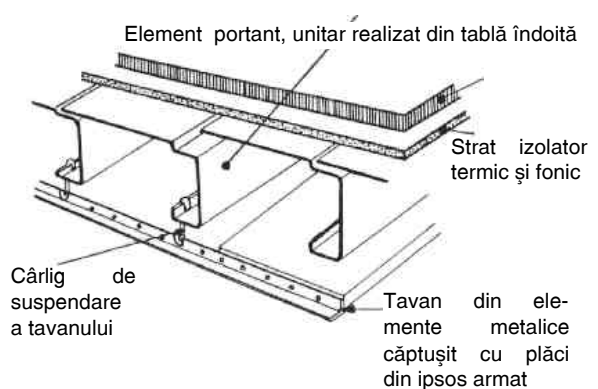
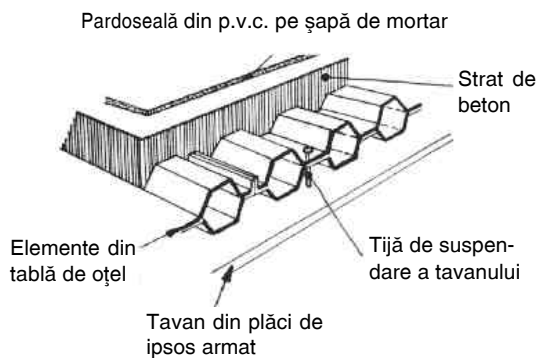


Fig.22.2 Planșee cu grinzi metalice din profile laminate și cu grinzi cu zăbrele mixte. Elemente de umplură din beton armat prefabricat și monolit. Planșee din profile cu pereți subțiri.

Planșee din profile cu pereți subțiri.

Pentru reducerea substanțială a greutateii proprii se utilizează profile cu pereți subțiri confecționate la rece. Folosirea acestor profile conduce la un consum redus de metal.

Spațiul de deasupra profilelor se poate completa cu beton sau beton armat, care are și rol de suport al pardoselii și cu o serie de straturi cu funcție termoizolantă și fonoizolantă. Aceste planșee au înălțimi mari în vederea asigurării capacității portante și a rigidității. În acest spațiu se pozează echiparea tehnică, conductele sistemelor de încălzire, ventilație și circuitele electrice.

22.4. PLANȘEE CERAMICE

Denumirea a fost împrumutată de la elementele de umplură, care sunt corpurile ceramice, ce ocupă un volum important în alcătuirea acestor planșee.

Aceste planșee sunt elemente semifabricate sau prefabricate-monolit, alcătuite din grinzi-elemente de rezistență principale și corpuri ceramice. După montarea corpurilor ceramice, care reazemă pe rebordurile grinzilor, aceste elemente vor fi legate prin monolitizare cu beton.

Planșeul va atinge capacitatea portantă maximă abia după întărirea betonului de monolitizare.

Caracteristicile planșeelor ceramice

Ponderea mare, sub raportul volumului, a corpurilor ceramice din

cadru acestor planșee, va împrumuta acestora o parte din avantajele materialelor ceramice. Sub raportul rezervelor, materialul ceramic brut (argila), există în cantități aproape inepuizabile.

Planșeele ceramice au greutate proprie redusă și calități higrotermice superioare comparativ cu cele din beton armat, și realizează economii de material lemnos, deoarece nu necesită cofraje continue, ci doar susțineri intermitente.

Corpurile ceramice sunt folosite drept cofraj pierdut.

Prin monolitizarea cu beton armat, aceste planșee vor prezenta parțial avantajele planșeelor turnate monolit. Se va asigura, astfel, o conlucrare între elementele planșeului, în vederea preluării forțelor verticale și realizarea unei șaibe orizontale.

Stratul de beton monolit contribuie și la sporirea capacității de izolare fonică a planșeului.

Planșeele ceramice permit realizarea foarte simplă a golurilor pentru străpungeri, prin suprimarea unor corpuri ceramice și bordarea golului cu centuri de beton armat.

Corpurile ceramice. Elementele de umplură din corpuri ceramice au rolul de a completa spațiul dintre grinzi portante, servind drept cofraj pierdut pentru stratul de beton monolit.

Industria ceramică modernă a reușit să realizeze corpuri ceramice cu caracteristici superioare : volum de

goluri 65..70% iar greutatea este cu 15...20% mai mică decât la elementele similare din beton armat. Așadar corpurile ceramice pot fi ușor montate, manual, pe șantier. Volumul mare al corpurilor ceramice moderne determină o reducere a cantității de beton armat monolit.

Elementele ceramice cu volum mare, cu goluri mari, sunt pretențioase la manipulare, în stare plastică, imediat după formarea lor. Acest neajuns poate fi soluționat prin descompunerea corpurilor mari în două sau mai multe corpuri ceramice suprapuse.

În cadrul acestor corpuri de umplură, materialul este concentrat spre zona superioară comprimată, cât și în lateral, unde corpul ceramic prin aderență, conlucrează strâns cu betonul și poate participa la preluarea eforturilor.

În cazul în care se asigură o umezire prealabilă, corpurile ceramice au o aderență foarte bună la betonul monolit, datorită absorbției laptelui de ciment în suprafața materialului ceramic.

Tipuri de planșee ceramice

După modul de alcătuire , planșeele ceramice pot fi (fig.22.3):

- planșee cu corpuri ceramice așezate alăturat și cu nervuri dese betonate;
- planșee cu grinzi ceramice și corpuri ceramice ;
- planșee cu grinzi din beton armat sau profile de oțel și corpuri ceramice așezate intermediar;

- planșee cu scânduri ceramice pretensionate și corpuri ceramice.

Planșeele cu corpuri ceramice așezate alăturat și nervuri dese betonate se monteaza pe o sprijinire fără cofraj, iar după așezarea armăturilor (cca.50% din armatura de rezistentă din rosturile verticale se ridică spre reazeme), ce se ancorează în centurile care înconjoară planseul și apoi se betonează. Nervurile dese, create, preiau încărcările ce acționează asupra planșeului (fig.22.3). Corpurile ceramice servesc drept cofraj pierdut pentru turnarea acestor nervuri.

Înălțimea nervurilor trebuie limitată, având în vedere dificultățile tehnologice create de turnarea nervurilor înguste, cu înălțime mare.

Pentru mărirea capacității portante a planșeului, se va turna un strat de suprabetonare armat, care preia efortul normal de compresiune din înconvoire.

Acest tip de planșeu este favorabil introducerii încălzirii prin radiații. Planșeul ceramic termoradiant (fig.22.3) este alcătuit din corpurile ceramice inferioare, pe care se pozează armătura de rezistență și serpentinele termoradiante și se montează corpurile ceramice superioare. După montarea corpurilor ceramice superioare, se betonează nervurile dese.

Planșeele cu grinzi ceramice și corpuri de umplură ceramice au grinzi ceramice, care servesc drept reazem pentru corpurile de umplură, alcătuite din elemente ceramice cu secțiunea în formă de U, T întors sau papuc

Planșee ceramice

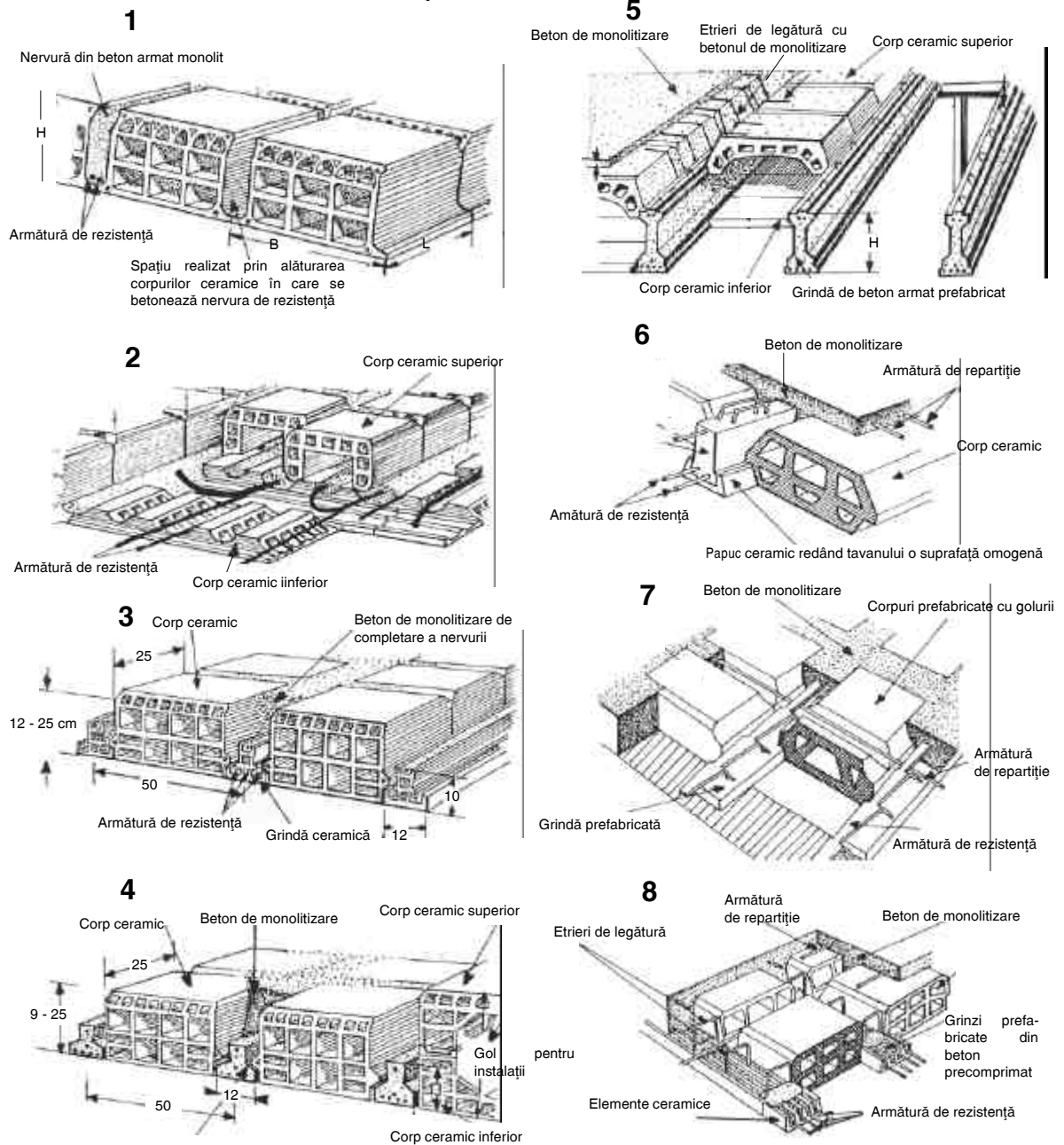


Fig.22.3 Planșee cu corpuri ceramice așezate alăturat, cu nervuri dese betonate termoradiante. Planșee cu grinzi ceramice sau din beton armat prefabricat și corpuri ceramice. Planșee cu grinzi prefabricate cu spațiu tehnic, grinzi turnate într-o talpă din papuci ceramici, grinzi de beton și armătură din tablă și oțel flexibil. Planșeu cu scânduri ceramice pretensionate și corpuri ceramice.

ceramic (fig.22.3). Grinzile sunt armate cu bare simple sau cu carcase spațiale din oțel beton.

Betonarea acestor grinzi se realizează din beton cu agregat mărunț, pe cofraje special amenajate, pe mese vibrante, în cadrul atelierelor de prefabricate.

Grinzile cu papuci ceramici vor avea partea superioară a grinzilor cu zăbrele din oțel beton descoperită, pentru a face legătura cu betonul de monolitizare, iar talpa inferioară în care este pozată armătura de rezistență a planșeului și va fi monolitizată în papuci ceramici.

Grinzile ceramice necesită mijloace de ridicare de capacitate mică; pot fi montate chiar de un număr redus de muncitori (3-4), ca în cazul grinzilor cu papuci ceramici.

După montarea grinzișoarelor, pe care se așează corpurile ceramice, se montează armătura de repartiție din zona comprimată și se toarnă betonul de monolitizare în nervuri și în stratul de suprabetonare.

Planșeul va obține întreaga sa capacitate portantă abia după ce betonul de monolitizare ajunge la marca proiectată.

Alt tip de grinzi care se folosește la planșee ceramice sunt grinzile prefabricate, alcătuite din armătură de oțel flexibil, cu talpa inferioară betonată (fig.22. 3).

Planșee cu grinzi din beton armat și corpuri ceramice așezate intermediar. Grinzile din beton armat prefabricat sunt

elemente liniare prefabricate, care se așează la interax de 40-60 cm, având aceeași înălțime cu a corpurilor ceramice sau mai redusă, pentru a facilita montajul.

Secțiunea transversală a acestor grinzi simplu rezemate are formă de T întors (fig.22.3), astfel încât pe rebordurile create să reazeme în condiții bune corpurile de umplură.

Grinzile sunt așezate pe zidurile portante, pe un strat de mortar de poză, în scopul nivelării suprafeței de rezemare .

La încărcările locale mari (pereți despățitori), se pozează grinzi gemene alăturate.

Corpurile ceramice care reazemă pe grinzile prefabricate din beton armat nu vor pătrunde deasupra pereților, pentru a nu provoca slăbirea lor. În dreptul pereților se toarnă o centură de rigidizare din beton armat.

La deschideri mari ale planșeului, se recomandă să se toarne două nervuri de rigidizare transversale (fig. 22.3).

Stratul de beton monolit. Grinzile prefabricate au, la partea superioară, mustăți și prin intermediul unor etrieri se ancorează în stratul de suprabetonare, preluând eforturile tangențiale în secțiunea de contact între betonul prefabricat și cel monolit.

Stratul de beton monolit determină sporirea efectului de șaibă orizontală. Atunci când apare necesitatea proiectării, în cazul planșeului, a unui spațiu tehnic (pentru pozarea

conductelor de instalații), se folosesc grinzi de beton prefabricate (I) înalte, și două rânduri de corpuri ceramice ce reazemă pe talpa inferioară și cea superioară a grinzilor (fig.22. 3).

Planșee cu scânduri ceramice pretensionate și corpuri ceramice. Pentru realizarea scândurilor ceramice pretensionate, se folosesc elemente ceramice dreptunghiulare cu caneluri (sau papuci ceramici) prin care se pozează armătura pretensionată (fig.22.3).

Mărimea canelurilor prevăzute în elementele ceramice, pentru sârmele tensionate, trebuie să permită oțelului să fie învelit cu un strat de mortar de ciment. Scândurile ceramice se montează pe sprijiniri.

Prin monolitizarea cu beton și prin intermediul fețelor din material ceramic, ca și a etrierilor din scânduri ceramice tensionate, se realizează o aderență foarte bună și o conlucrare între secțiunea pretensionată și nervurile din beton monolit.

Aceste planșee ceramice pretensionate prezintă avantajul că au o greutate redusă, realizează economii de oțel și pot fi montate manual integral.

Planșeele ceramice descrise mai sus au dezavantajul introducerii procedurii umed în construcții, ca în cazul planșeelor monolite.

Tot ca un dezavantaj putem menționa limitarea deschiderii la 5...6 m. Sunt contraindicate pentru construcțiile supuse trepidațiilor.

22.5. PLANȘEE DIN BETON ARMAT PREFABRICAT

Planșee tip fâșie.

Planșeele din fâșii prefabricate sunt alcătuite din elemente prefabricate de același fel, în formă de plăci înguste (sau grinzi), așezate alăturat.

Elemente prefabricate, unite între ele și cu elementele verticale pe care se reazemă, formează, în final, o dală continuă.

Concepute pentru a reduce operațiile de construcție necesare pe șantier, aceste elemente prefabricate sosesc la locul de execuție gata pregătite pentru montaj. Montarea, rapidă și mecanizată, asigură o productivitate sporită, comparativ cu montarea planșeelor semifabricate ceramice.

Avantajul acestor planșee constă și în reducerea aportului umidității, provenit din monolitizări.

Avantajele enumerate, alături de acela al consumului de material și al prețului de cost redus, au dus la utilizarea rațională a acestui tip de planșeu.

Tipuri de planșee fâșie. În funcție de structura elementelor prefabricate din care sunt alcătuite, se deosebesc următoarele tipuri de planșee-fâșie:

- planșee tip cheson;
- planșee tip fâșii cu goluri;
- planșee din elemente de beton precomprimat;
- planșee din fâșii de ceramică armată.

Planșeele din fâșii prefabricate pot să suporte sarcinile permanente și utile, uniform distribuite sau cu un anumit grad de localizare.

În afară de această cerință, planșeele realizate din elemente prefabricate separate pot alcătui, în ansamblu, șaibe orizontale rigide, capabile să uniformizeze caracteristicile dinamice și de deformare ale structurilor portante verticale. În acest fel, planșeele prefabricate vor prelua în condiții optime solicitările orizontale din vânt sau cutremur.

Planșee tip cheson

Chesoanele (fig.22.4) sunt plăci subțiri, bordate de două nervuri de rezistență longitudinale. Aceste nervuri se rigidizează cu nervuri transversale, iar la capete sunt terminate cu timpane de rezemare.

Caracteristici. Greutatea, consumul redus de oțel și aspectul nervurat au făcut ca aceste elemente să fie frecvent folosite la acoperirea clădirilor industriale.

Dimensiunile chesoanelor sunt tipizate: lățimile variază între 0,75 m și 1,5 m ajungând până la 3 m, iar lungimile de la 3 la 18 m.

Chesoanele sunt proiectate, ca elemente simplu rezemate, pentru încărcări permanente și variabile. Aceste elemente sunt prevăzute pe reazeme (fig.22.4), numai cu legături constructive, care, după caz, pot prelua o parte din momentul elastic de continuitate. Deci aceste legături vor

Planșee prefabricate din chesoane din beton armat

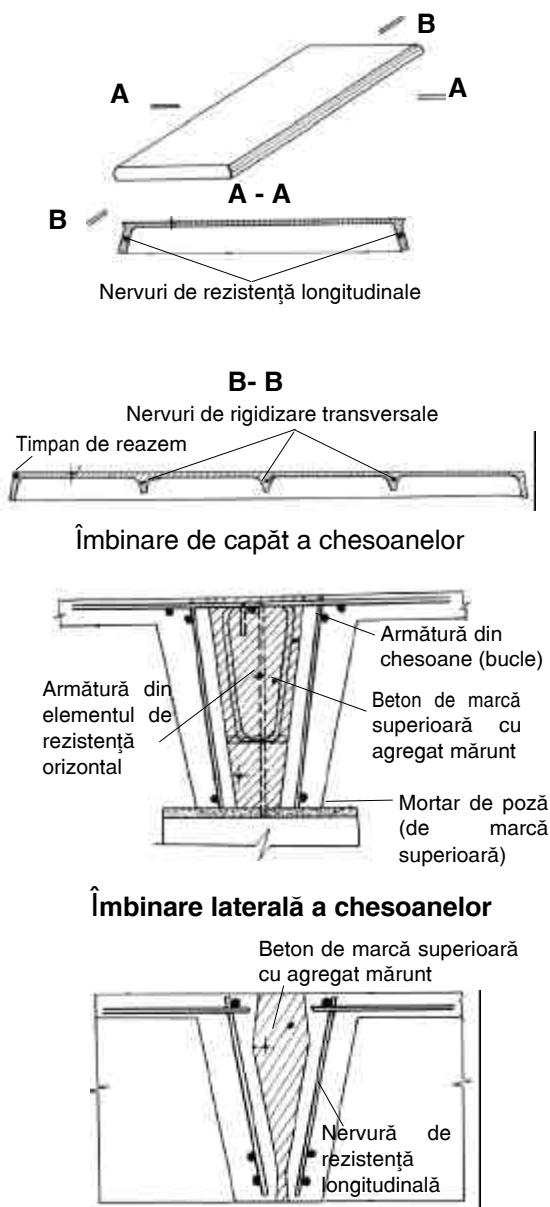


Fig.22.4 Planșeu prefabricat din chesoane de beton armat. Vederea chesonului. Secțiune transversală și longitudinală. Detalii rosturi de îmbinare pe cele două laturi ale chesonului.

limita deformațiile secțiunilor până la capăt.

Efectul de șaibă se asigură, la chesoane, prin mătarea rosturilor longitudinale dintre elemente. Această condiție este necesară pentru preluarea lunecărilor dintre elementele adiacente, cât și uniformizarea deformațiilor, în cazul încărcărilor diferite pe chesoane alăturate.

Planșee tip fâșii cu goluri

Aceste planșee sunt alcătuite din fâșii late (fig.22.5) cu secțiunea dreptunghiulară din beton armat, cu fețe plane și goluri rotunde în lungul fâșiilor, în vederea reducerii consumului de beton.

Fâșiile de planșeu permit realizarea unor tavane și pardoseli plane, ceea ce a condus la folosirea lor pe scară largă la clădirile civile.

Fâșiile cu goluri sunt elemente incombustibile, având limita de rezistență la foc ridicată.

Dimensiunile fâșiilor sunt în funcție de deschiderea și de sarcinile ce acționează pe planșeu.

Rezemare și solidarizare. Fâșiile cu goluri se armează cu plase sudate. Rezemarea se face pe un strat de mortar de poză, de marcă superioară, pentru a evita denivelările dintre fâșii.

Solidizarea fâșiilor, în scopul asigurării continuității și conlucrării elementelor la acțiunea forțelor orizontale și verticale, pe elementele

verticale portante, se face turnându-se o centură în care se înglobează armătura sub formă de urechi a fâșiilor. Legăturile constructive pe reazeme au valori mai reduse, limitate de capacitatea de preluare a tensiunilor la fibra superioară a prefabricatelor. Solidarizarea transversală a fâșiilor se realizează prin turnarea în rosturile longitudinale a betonului de completare, cu agregat mărunt.

Principii de calcul. Fâșiile cu goluri se calculează la încărcarea de exploatare, fiind considerate ca elemente simplu rezemate. Deschiderea de calcul se consideră lungimea nominală.

Fâșiile se verifică și la eforturile ce apar în timpul decofrării, datorită smulgerii, montajului și transportului.

Săgeata se verifică, considerându-se fâșia o grindă simplu rezemată, astfel încât să nu depășească valoarea admisibilă de $l/200$.

Efectul de șaibă se asigură prin mătarea rosturilor longitudinale, profilate în mod adecvat, și prin crearea unor pane între elemente adiacente, lunecările diferențiale fiind preluate prin forfecări și presiuni locale pe fețele de contact ale acestor pane din beton armat (fig.22.5).

Deci efortul normal de întindere din diafragmă este preluat de armătura longitudinală a centurilor, iar eforturile tangențiale de către panele din rosturi.

Planșee prefabricate din fâșii cu goluri din beton armat

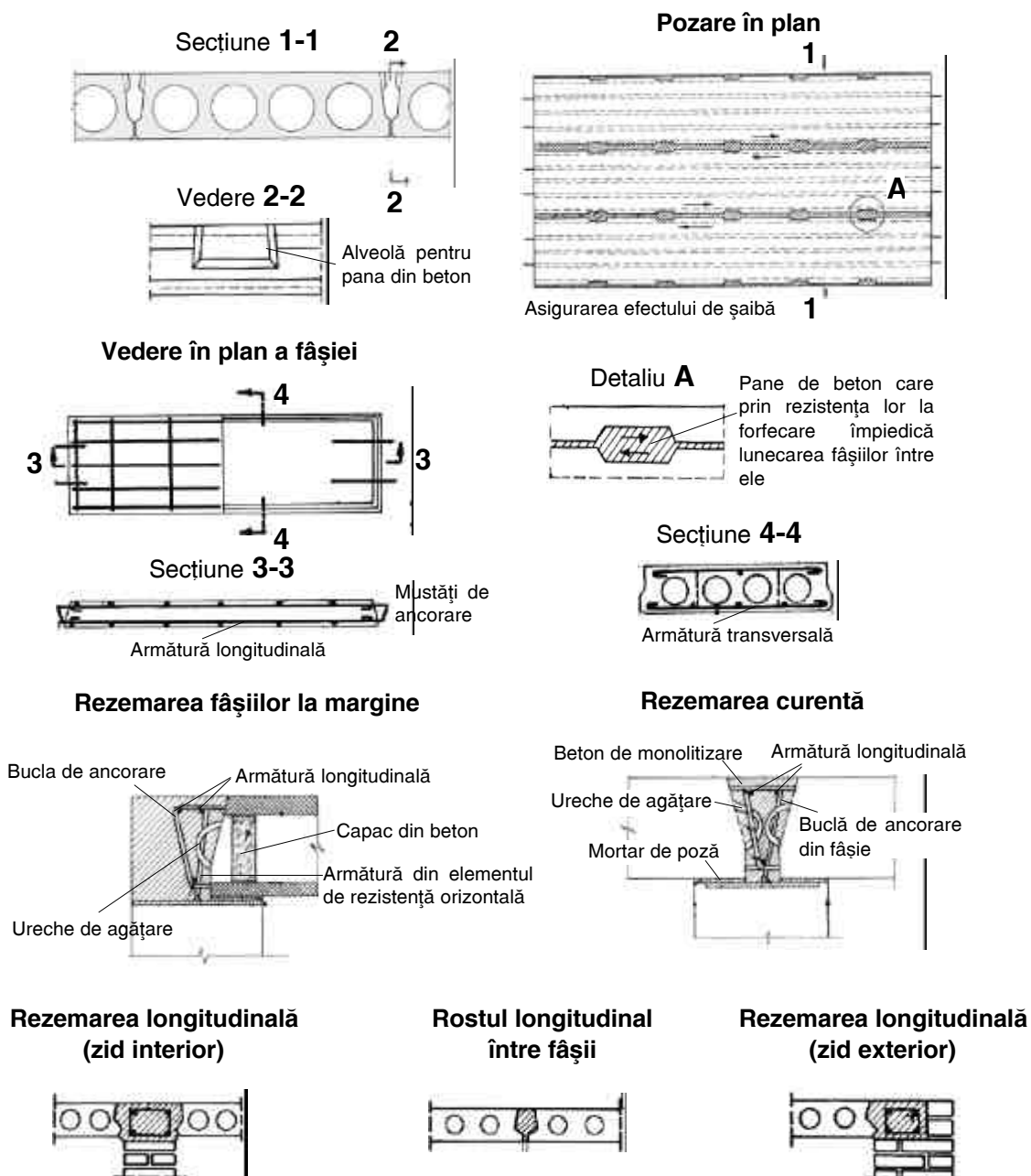


Fig. 22.5 Planșee prefabricate din fâșii cu goluri din beton armat.
Vedere în plan. Secțiuni. Detalii îmbinări

Planșee din elemente de beton precomprimat

Acest tip de planșeu se utilizează la clădirile industriale etajate, cu structură din beton armat.

Folosirea acestui tip de planșeu corespunde necesităților de amplasare, în grosimea lui, a canalelor de ventilație.

Elementele componente ale structurii clădirii etajate sunt: elementele de planșeu tip T de 12, 9, 6 m; grinzile principale prefabricate de 6 m lungime; grinzile de rigidizare preturnate de 12, 9, 6 m lungime; stâlpi turnați monolit, stâlpi prefabricați cu console și rigle de completare a cadrelor din beton armat prefabricat (fig. 22.4).

Clădirile industriale etajate realizate cu aceste elemente sunt concepute, din punct de vedere al structurii, ca niște cadre elastice cu noduri rigide în ambele sensuri. În aceste noduri se asigură continuitatea de efort și deformăție.

Planșeele din elemente prefabricate din beton armat precomprimat se folosesc la clădirile industriale etajate, în următoarele soluții de structură:

- soluția mixtă, în care stâlpii se toarnă monolit pe fiecare nivel, iar planșeele se realizează prefabricat, din grinzi pe ambele direcții și elemente T;
- soluția integral prefabricată, în care se prefabrică și stâlpii.

Peste elementele prefabricate de planșeu T are loc o suprabetonare, realizându-se astfel o șaibă rigidă servind la protecția antiseismică a

clădirii, prin asigurarea elementelor portante orizontale.

Planșee din fâșii din corpuri ceramice alăturate

Fâșiile alcătuite din corpuri ceramice, așezate unul lângă altul, sunt preasamblate pe șantier.

Solidarizarea corpurilor ceramice se realizează cu ajutorul barelor din oțel beton, pozate în caneluri special prevăzute în corpurile ceramice și betonate.

Corpurile ceramice astfel asamblate pot fi manevrate și montate ca și fâșiile prefabricate.

Rosturile, dintre fâșiile montate, se completează cu beton cu agregat mărunț. Aceste nervuri din beton armat preiau eforturile unitare de compresiune. Armătura, din canelurile inferioare, preia eforturile normale de întindere din înconvoiere.

La realizarea zonelor de capăt ale fâșiilor din corpurile ceramice, se prevede un masiv frontal din beton armat, în care se lasă cârligele de agățare.

Planșee prefabricate din panouri mari

Planșeele din panouri mari sunt alcătuite din plăci prefabricate din beton armat de dimensiunea unei camere, care se montează în cadrul structurilor din panouri mari (fig.22.6) sau pe diafragme de beton monolit.

Planșee prefabricate din panouri mari

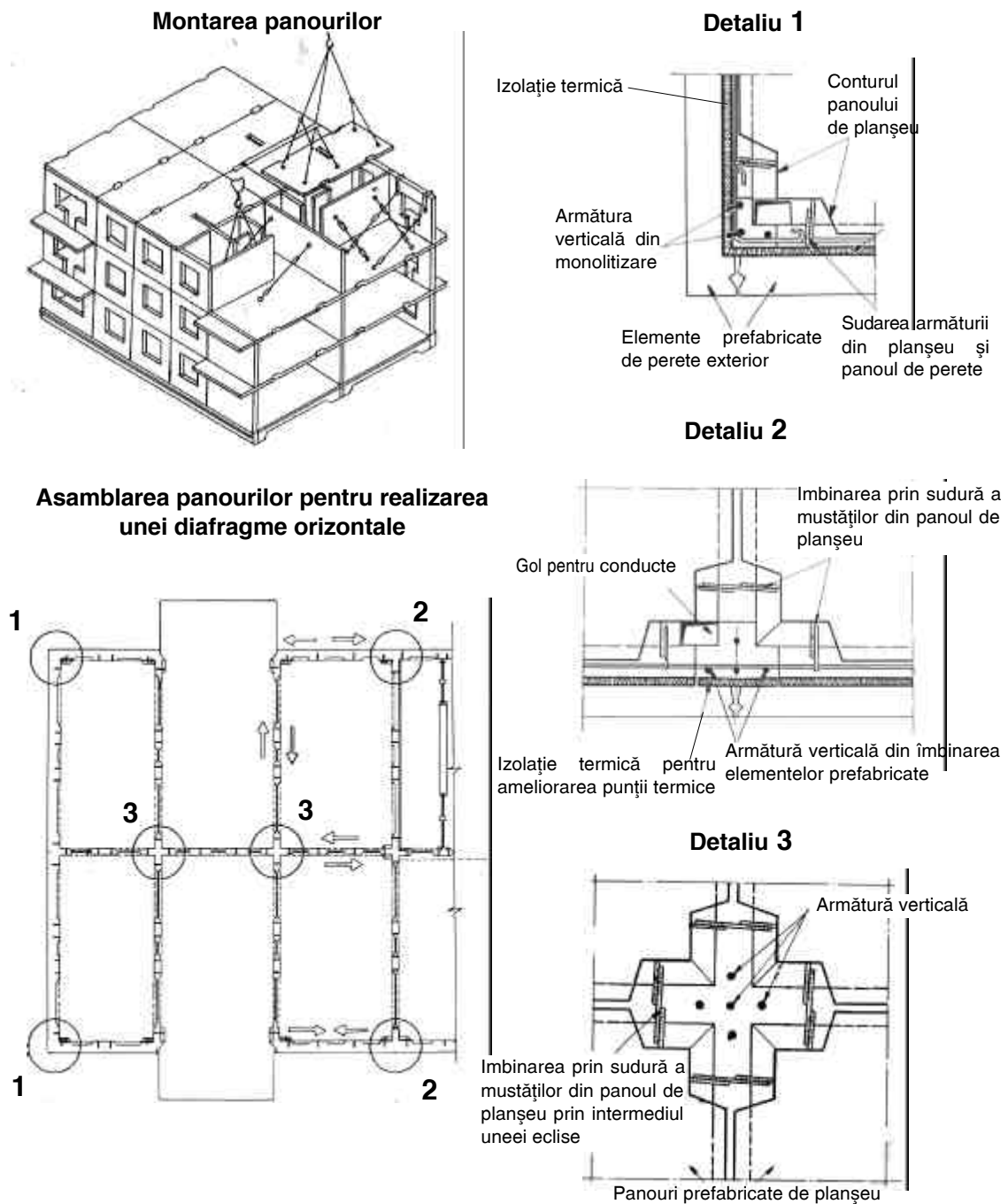


Fig.22.6 Planșee prefabricate din panouri mari din beton armat. Montare. Diafragmă orizontală din panouri mari. Detalii de îmbinare.

Panourile de planșeu se rigidizează între ele și cu elementele portante verticale, pentru asigurarea conlucrării spațiale a clădirii.

Planșeele din panouri mari prefabricate au următoarele avantaje:

- consumul redus de manoperă pe șantier, datorită volumului mic de lucrări de monolitizare și finisare a tavanelor;
- durata de execuție este redusă;
- realizarea unei bune legături între elementele structurale ale clădirii;
- rigiditatea sporită a planșeului în planul său;
- pozarea instalațiilor electrice încă de la confecționare.

Aceste planșee prezintă, însă, și dezavantajul că necesită utilaje de montaj și mijloace de transport de mare capacitate.

Alcătuire constructivă.

Panourile mari prefabricate se execută în fabrici de prefabricate sau poligoane specializate, din beton armat turnat în tipare metalice. Armarea se realizează cu plase sudate la partea superioară și inferioară (fig.22.6).

Greutatea panourilor variază între 3...5 t, iar grosimea între 8...11 cm.

Panoul este prevăzut cu 4...6 urechi din oțel-beton montate de la turnare, pentru manevrare la montaj.

Pe conturul panourilor se prevăd mustăți, care se sudează prin intermediul ecliselor ce asigură continuitatea armăturii și se înglobează în centuri.

Panoul de planșeu se reazemă pe pereți portanți, prin intermediul dinților prevăzuți pe contur (fig.22.6) .

Dinții sunt situați față în față, permițând trecerea armăturii de continuitate (fig.22.6).

Avantajul acestei îmbinări pe contur permite preluarea abaterilor dimensionale și de poziție.

Panoul curent se reazemă pe patru laturi, prin intermediul unui mortar de poză, din mortar de ciment de marcă superioară.

Principii de calcul.

Asamblarea pe contur, prin armare și betonarea golurilor prismatice a panourilor de planșeu, conduce la realizarea unei diafragme orizontale rigide.

Diafragmele orizontale se verifică la solicitări de înconvoiere și de lunecare, ce rezultă din acțiunea încărcării vântului sau a cutremurului, aferent nivelului respectiv.

Determinarea solicitărilor M și T într-o secțiune la o distanță de capătul planșeului se face considerându-se că porțiunea din stânga secțiunii lucrează în consolă.

Verificările pentru diafragma orizontală cuprind:

- determinarea stării de eforturi de compresiune și întindere din înconvoiere;
- verificarea armăturii pentru preluarea eforturilor de întindere;

- determinarea eforturilor de lunecare din rosturile transversale și longitudinale dintre panourile de planșeu;
- verificarea panelor de beton armat, create prin șicanarea fețelor laterale, datorită eforturilor de lunecare din rosturile transversale și longitudinale dintre panourile de planșeu.

Planșee cu predală prefabricată din beton armat

Planșeele cu pradală au o alcătuire mixtă, monolită și prefabricată.

Partea inferioară - predala - are o dublă utilizare, cofraj pentru suprabetonare și înglobează armătura de rezistență de la partea inferioară a planșeului.

Conlucrarea între betonul armat monolit și predala prefabricată se realizează prin conectori (fig. 22.7).

Aceștia pot fi sub formă de bucle (rezemare discontinuă) ferme plane, spațiale din oțel beton (rezemare continuă) sau chiar prin aderența între cele două straturi de beton.

Numărul conectorilor, sub formă de bucle, se fixează funcție de suprafața planșeului, iar planul vertical al buclelor este paralel cu latura mică a predalei. Conectorii sub formă de ferme se pozează pe direcția scurtă a predalei.

La planșeele cu suprafete mari, predala se poate concepe din doua sau trei elemente, iar imbinarea va lua in considerare modul de lucru, in ansamblu, a predalei.

Se vor indica detalii in cazul intreruperii barelor de repartitie si a celor de rezistenta, in vederea restabilirii continuitatii acestora.

Grosimea planșeului, alcătuit din predală și suprabetonare, se stabilește din calcul.

Încărcările permanente, utile și cele din faza de execuție, împreună cu mărimea deschiderii, vor influența grosimea planșeului mixt (predala și suprabetonare).

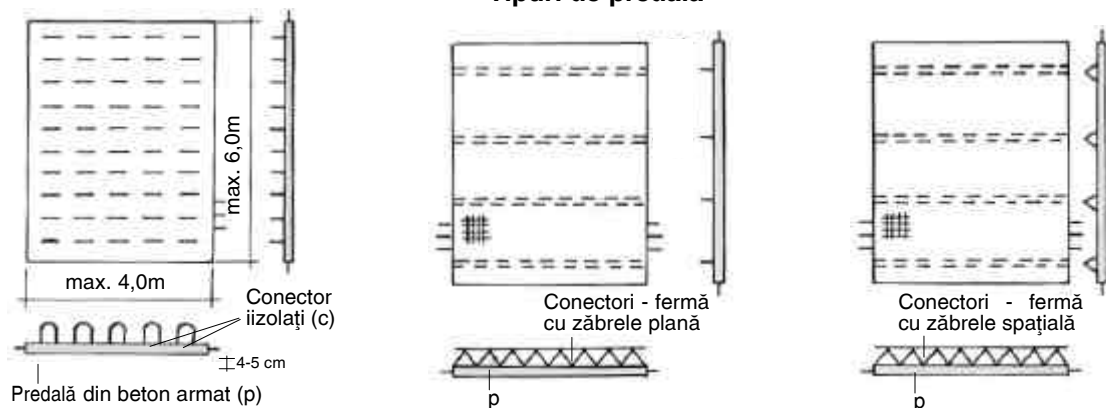
La concepția predalei, armătura se va dispune astfel incat sa asigure rigiditatea la incovoiere, in timpul punerii in opera.

La montajul predalei se va utiliza un element auxiliar (cadru metalic cu cablu compensator), in scopul evitarii fisurarii si cedarii.

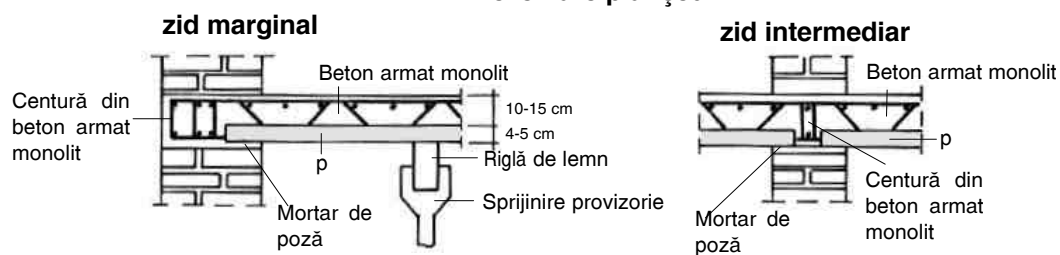
Sprijinirea provizorie a predalei, in vederea suprabetonarii, se va concepe constructiv adecvat si se va verifica prin calcul.

Planșee cu predală prefabricată din beton armat.

Tipuri de predală



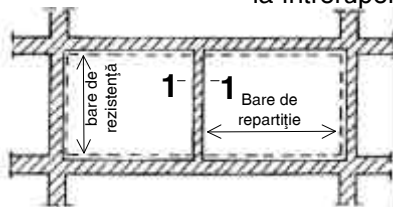
Rezemare planșeu



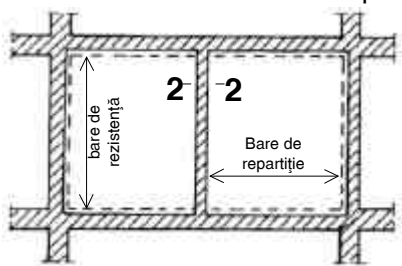
Îmbinare predale

Plan

la întreruperea barelor de repartiție



la întreruperea barelor de rezistență



Secțiuni

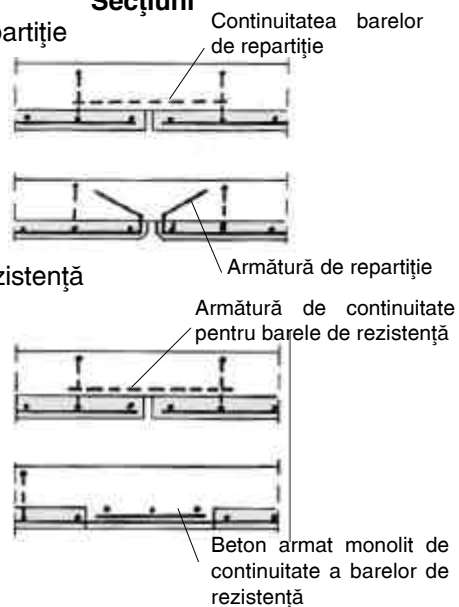


Fig.22.7 Planșee cu predală din beton armat. Tipuri de predale. Rezemare planșeu. Pozare predale. Plan. Secțiuni.

22.6. PLANŞEE DIN BETON ARMAT MONOLIT

Planşeele din beton armat monolit se caracterizează prin aceea că placa, grinzile sau capitelul se toarnă în cofraje chiar pe locul pe care îl vor ocupa în cadrul clădirii.

Folosirea pe scară largă a acestor planşee este justificată de următoarele avantaje:

- sunt rezistente la încărcări mari;
- realizează o bună legătură cu elementele portante verticale (stâlpi, ziduri portante) asigurând clădirii o rigiditate spațială la sarcini orizontale din cutremur;
- sunt durabile în timp;
- au o rezistență mare la foc;
- se pot executa la orice fel de clădiri.

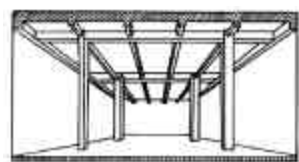
Planşeele din beton armat monolit prezintă o serie de dezavantaje,: au greutate mare, consum mare de material lemnos pentru realizarea cofrajului, decofrarea se face după 2-3 săptămâni, iar pe timp friguros necesită condiții speciale.

Funcție de modul de transmitere a sarcinii de la planşee la elementele verticale portante, planşeele din beton armat monolit sunt de următoarele tipuri (fig.22.8):

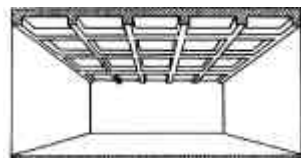
- planşee cu grinzi principale și secundare , la care sarcinile se transmit de la placă la nervură (grinda

Tipuri de planşee din beton armat

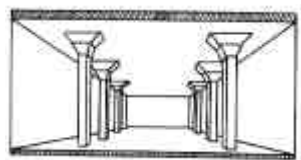
1. Planşeu cu grinzi principale și secundare



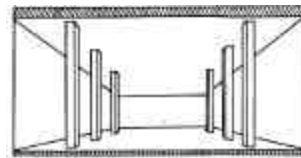
2. Planşeu cu rețele de grinzi



3. Planşeu tip ciuperca

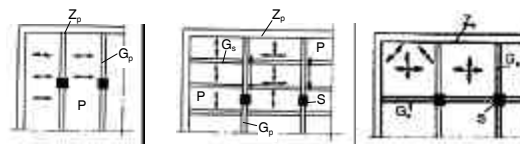


4. Planşeu dală



Transmiterea încărcărilor

(1) de la plăci (P) la nervuri (G_s), la grinzi principale (G_p), la stâlpi (S) sau ziduri portante (Z_p)



(2) de la plăci (P) la grinzi (G), la ziduri (Z_p)

(3) de la plăci (P) la capitel (C), la stâlpi (S)

(4) de la plăci (P) direct la stâlpi (S)

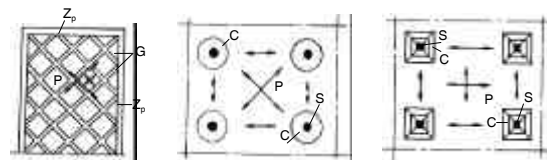


Fig.22.8 Planşee din beton armat monolit. Tipuri. Transmiterea încărcărilor de la planşee la elementele verticale ale structurii

secundară), iar în continuare la grinda principală, ca în final să ajungă la fundații prin intermediul stâlpului sau al zidului portant;

- planșee cu rețele de grinzi, la care sarcinile se transmit numai la placă și grinzi (care au aceeași înălțime); acestea sunt așezate paralel sau diagonal față de laturile principale;
- planșee tip ciuperci ce transmit sarcina de la plăci la stâlpi prin intermediul capitelului;
- planșee dală care transmit direct sarcinile de la plăcile groase la stâlpi.

Planșee cu grinzi principale și secundare

Aceste planșee (fig.22.9) sunt alcătuite din plăci drepte, care reazemă pe grinzi secundare (nervuri) și principale.

Plăcile. Aceste elemente de construcție au două dimensiuni (lățime, lungime), mult mai mari față de a treia, care este grosimea plăcii.

Placa plană (definită de suprafața mediană și de grosime), reazemată pe contur, încărcată cu sarcini verticale, capătă deformații elastice și plastice, funcție de eforturile unitare produse în beton.

Modul de lucru al plăcilor este influențat de:

- dispunerea pe reazeme, pe 1,2,3 sau 4 laturi (fig.22.9);
- raportul dimensiunilor laturilor (fig.22.9).

Placa de beton armat va căpăta, funcție de aceste condiții, o deformare

cilindrică sau o deformare sferică (fig.22.9)

În cazul apariției deformației cilindrice, placa (lucrând pe o singură direcție) se poate considera ca fiind alcătuită din fâșii paralele, de lățime **b**, lucrând individual și identic.

La plăcile unde apare deformația sferică, lucrând pe două direcții, împărțirea pe fâșii trebuie făcută pe ambele direcții. Aceste fâșii vor conlucra mai mult sau mai puțin, în funcție de raporturile laturilor, la transmiterea încărcărilor pe reazeme.

Placa armată pe o direcție (l_1/l_2) transmite sarcina verticală la nervuri (grinzi secundare), pentru ca acestea, în final, s-o transmită la grinzile principale. Această structură imită rezolvările structurale de la lemn sau metal, lăsând nefolosită posibilitatea betonului armat de a lucra spațial.

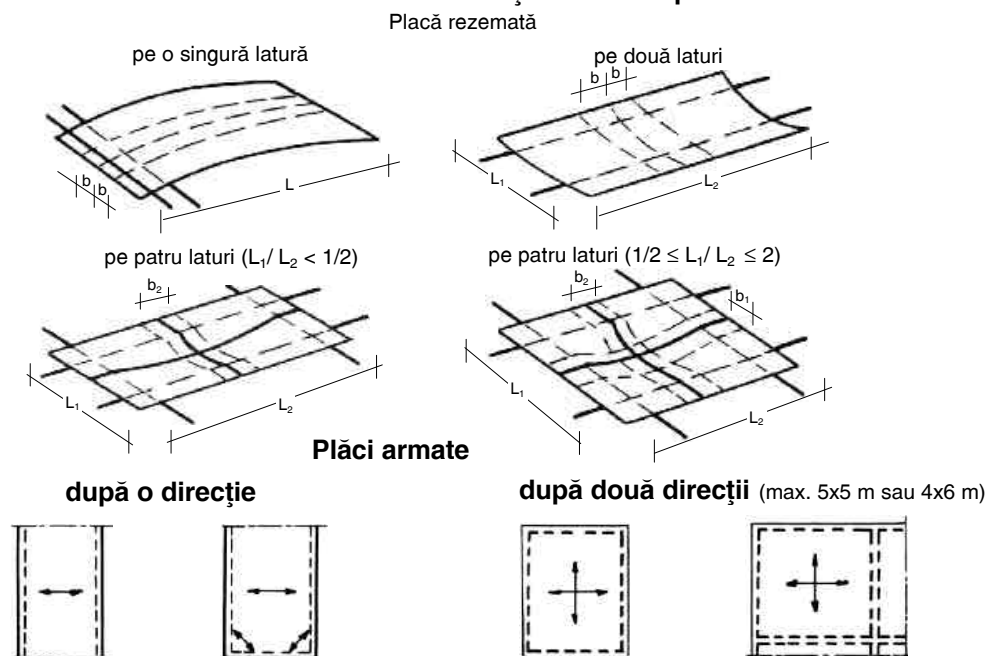
Aceste plăci se calculează pe fâșii de 1,0 m lățime paralel cu latura scurtă; după această latură se dispune și armătura de rezistență.

Pe reazeme se ridică până la 2/3 din armătura zonei de câmp (preluând momentele pozitive), și anume la 1/5 din deschidere (fig.22.9).

Armăturile de repartitie vor acoperi momentele încovoietoare de pe direcția lungă, care apar datorită sarcinilor repartizate uniform, a rigidității grinzilor paralele cu direcția de armare a plăcii și a deformației plăcii pe deschiderea mare.

Planșee cu grinzi principale și secundare din beton armat monolit

Moduri de rezemare și de lucru a plăcilor



Distribuția grinzilor la structurile

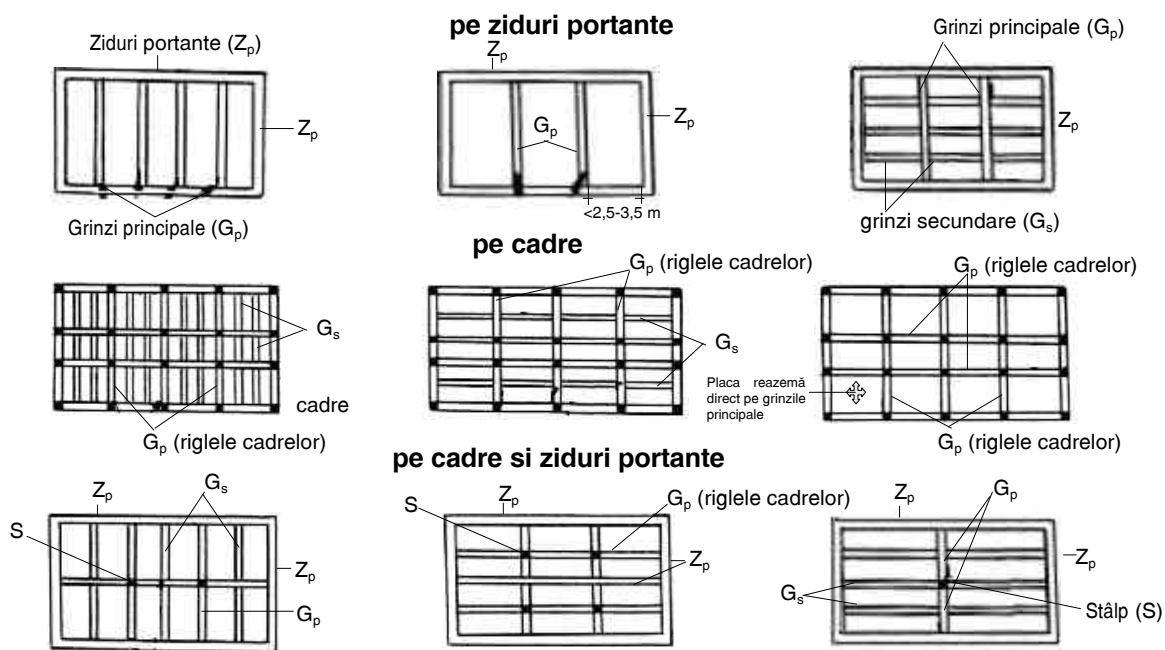


Fig.22.9 Planșee cu grinzi principale și secundare. Rezemare plăci. Mod de armare. Distribuția grinzilor

Placă armată (cruciș) după două direcții. La acest tip de placă dispăre noțiunea de grindă secundară sau principală. Ea trebuie să îndeplinească condiția $l_1/l_2 < 2$. Grinzile, pe care se descarcă placa, se încarcă funcție de raportul l_1/l_2 . În consecință, sarcina verticală ce acționează pe placă ajunge la toate grinzile de pe contur, împărțindu-se conform deformației plăcii.

Dacă la placa armată pe o direcție indicele de parcurs al sarcinii este patru (placă, nervură, grindă principală, stâlp), la placa armată după două direcții același indice are valoarea trei (placă, grindă, stâlp).

Teoretic, aceste plăci armate după două direcții, simplu rezemate pe contur, suportă, la aceeași deschidere, o încărcare de trei ori mai mare decât cele armate pe o singură direcție.

Plăcile armate după două direcții sunt mai economice decât cele armate pe o direcție, până la deschideri de maximum 4,50 m.

Capacitatea portantă a plăcilor armate după două direcții crește simțitor odată cu folosirea betoanelor de marcă superioară și cu utilizarea armăturii cu diametru mic, distribuită la distanțe mici. Pentru a obține un spor important al capacității de rezistență, la plăcile simplu rezemate pe contur se va concentra armătura spre partea centrală a plăcii.

Grinzile planșeului sunt elemente încovoiate a căror amplasare depinde

de caroiajul stâlpilor sau de poziția zidurilor de cărămidă (fig.22.9).

Grinzile principale reazemă pe direcția cu deschiderea mică, iar grinzile secundare sunt mai scurte decât cele principale.

Distribuția grinzilor mai este condiționată și de rațiuni arhitectonice și de comportarea, în ansamblu, a clădirii la sarcini orizontale.

Pozarea grinzilor secundare se face în funcție de încărcarea planșeului distanța economică este de 1,50...2,5 m ajungându-se și la 3,5m în cazul unui singur rând de grinzi și sarcini mici.

Grinzile principale, care sunt reazeme fixe pentru grinzile secundare, au între ele distanța de 4,0...6,0m, ajungând (nu din considerente economice) până la 7,50m.

La planșeul cu grinzi principale și secundare, grosimea plăcilor armate pe o direcție este $a/40$ (a distanța între grinzile secundare), iar înălțimea grinzilor secundare - $l_2/20$ (l_2 latura scurtă a caroiajului) și a grinzilor principale - $l_1/15$ (l_1 latura lungă a caroiajului).

Pe porțiunile din planșee unde este necesar să se pozeze goluri pentru instalații sau coșuri, se execută grinzi gemene sau să bordeaze golul cu grinzi care se descarcă în grinzile planșeului.

Încăstrarea grinzilor planșeului în zidărie produce eforturi ce se repartizează aproximativ triunghiular; M reprezintă momentul încovoitor din încăstrare; acesta nu va fi mai mare decât cel rezultat dintr-o încăstrare

perfectă a grinzii. Armătura de pe reazem este determinată de acest moment M . În peretele de zidărie, eforturile de compresiune locala trebuie să fie mai mici decât eforturile unitare de compresiune pentru zidărie cu mortar de var și ciment. În cazul depășirii acestor valori, grinda planșeului se lățește pe reazem.

Din considerente estetice, în cazul planșeelor cu grinzi principale și secundare se recomandă realizarea tavanului drept (plan). Acest lucru se poate obține mascând planșeul cu un tavan fals, realizat din plăci de ipsos carton suspendat prin intermediul unui schelet metalic. Altă modalitate de realizare a tavanului plan este planșeul cu grinzi întoarse, între care se toarnă o umplutură din beton ușor peste care se pozează pardoseala.

Planșee rețele de grinzi (casetate)

Grinzile, în general cu aceeași secțiune, dirijate după două sau mai multe direcții, caracterizează planșeele din beton armat monolit de tip rețele de grinzi.

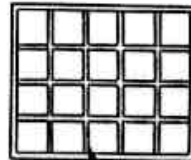
Rețelele de grinzi folosite la acest tip de planșee sunt (fig.22.10):

- grinzi paralele cu cele două direcții ale zidurilor încăperii;
- grinzi pozate pe două direcții aproape rectangulare făcând cu zidurile unghiuri de 45° .

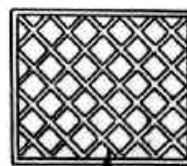
În cazul acestor planșee, sarcinile verticale vor încărca integral conturul portant. La planșeele de formă aproximativ pătrată, momentele

Planșee cu rețele de grinzi

Grinzi paralele cu zidurile portante



Grinzi la 45° cu zidurile portante

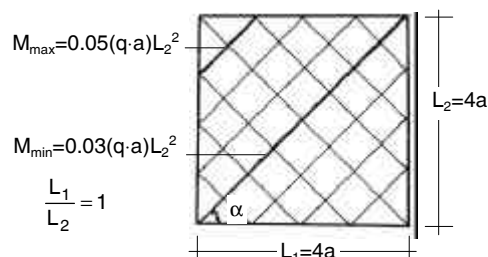


Sistem de grinzi mixte



Comparația planșeului rețele de grinzi cu planșeul din grinzi principale și secundare

A. Planșeu în rețele de grinzi în diagonală



Planșeele în rețele sunt încărcate mai uniform, deci permit adaptarea unor secțiuni mai mici. Grinzile de colț, cele scurte, sunt cele mai solicitate și invers la grinzile lungi din câmp.

B. Planșeu cu grinzi principale și secundare

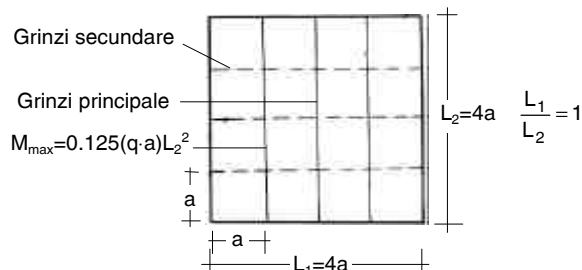


Fig.22. 10 Planșee cu rețele de grinzi. Tipuri. Comparație cu planșeul cu grinzi principale și secundare (A,B).

încovoietoare ce solicită grinzile au valori apropiate.

Planșeele casetate cu grinzi paralele prezintă eficiență economică atunci când raportul laturilor încăperii $l_1/l_2 \leq 1,5$. În cazul când raportul $l_1/l_2 \geq 1,5$, apare eficientă folosirea planșeelor cu rețele grinzi înclinate cu un unghi α față de margini.

La acest tip de planșee, grinzile cele mai solicitate sunt cele de colț, adică cele scurte; grinzile din câmp, mai lungi, sunt mai puțin încărcate.

Avantajele acestui tip de planșeu ies în evidență dacă le comparăm cu cele ale planșeelor cu grinzi secundare și principale (fig.22.10).

- grinzile sunt încărcate uniform, datorită distribuției încărcărilor, permițând adaptarea unor secțiuni mai mici;
- se pot acoperi deschideri peste limita admisibilă (fig.22.10) a planșeului cu grinzi secundare și principale;
- pentru anumite raporturi se poate face o economie de beton de 30%.

Rețelele de grinzi prezintă avantaje datorită conlucrării grinzilor diagonale și a celor de colț, care sunt legate de centura generală a planșeului.

Lumina casetelor se considera 1,8...3,0 m din rațiuni estetice, putându-se micșora la 1,0 m.

Planșee tip ciuperci

Aceste planșee din beton armat monolit (fără grinzi) sunt alcătuite din plăci plane rezemate direct pe stâlpi, prin intermediul capitelurilor (fig.22.11).

Prin dispariția grinzilor, placa de beton, singurul element orizontal, este destinată să primească și să transmită sarcinile exterioare la structura de rezistență verticală.

Pe conturul planșeului se pot dispune și grinzi deasupra stâlpilor, renunțându-se la capitel; în unele cazuri, placa se scoate în consolă peste șirul de stâlpi marginali.

În plăcile acestui tip de planșeu se pot poza goluri de orice dimensiuni, cu condiția ca secțiunile rămase să asigure preluarea eforturilor.

Planșeele fără grinzi prezintă avantaje din punct de vedere al reducerii înălțimii constructive (cu cca 8...10%), datorită suprimării spațiului între placă și fața inferioară a grinzilor.

Ventilația, iluminarea (se elimină umbra grinzilor pe tavane) și întreținerea este mai bună la încăperile cu planșee tip ciuperci. Acestea aduc economii de cofraje, în special prin refolosirea lor.

Elemente constructive. În cazul planșeelor ciuperci, distribuția stâlpilor se face, funcție de cerințele funcțional-estetice și economice.

În plan, stâlpii pot forma un caroi aj de pătrate sau dreptunghiuri. Distanța între stâlpi e recomandabil să nu depășească 6 m. Grosimea minimă a stâlpilor se ia $l_1/20$ (l_1 interaxul stâlpilor, considerat pe latura mare), dar nu mai puțin de 30 cm.

Planșee tip ciuperi din beton armat monolit

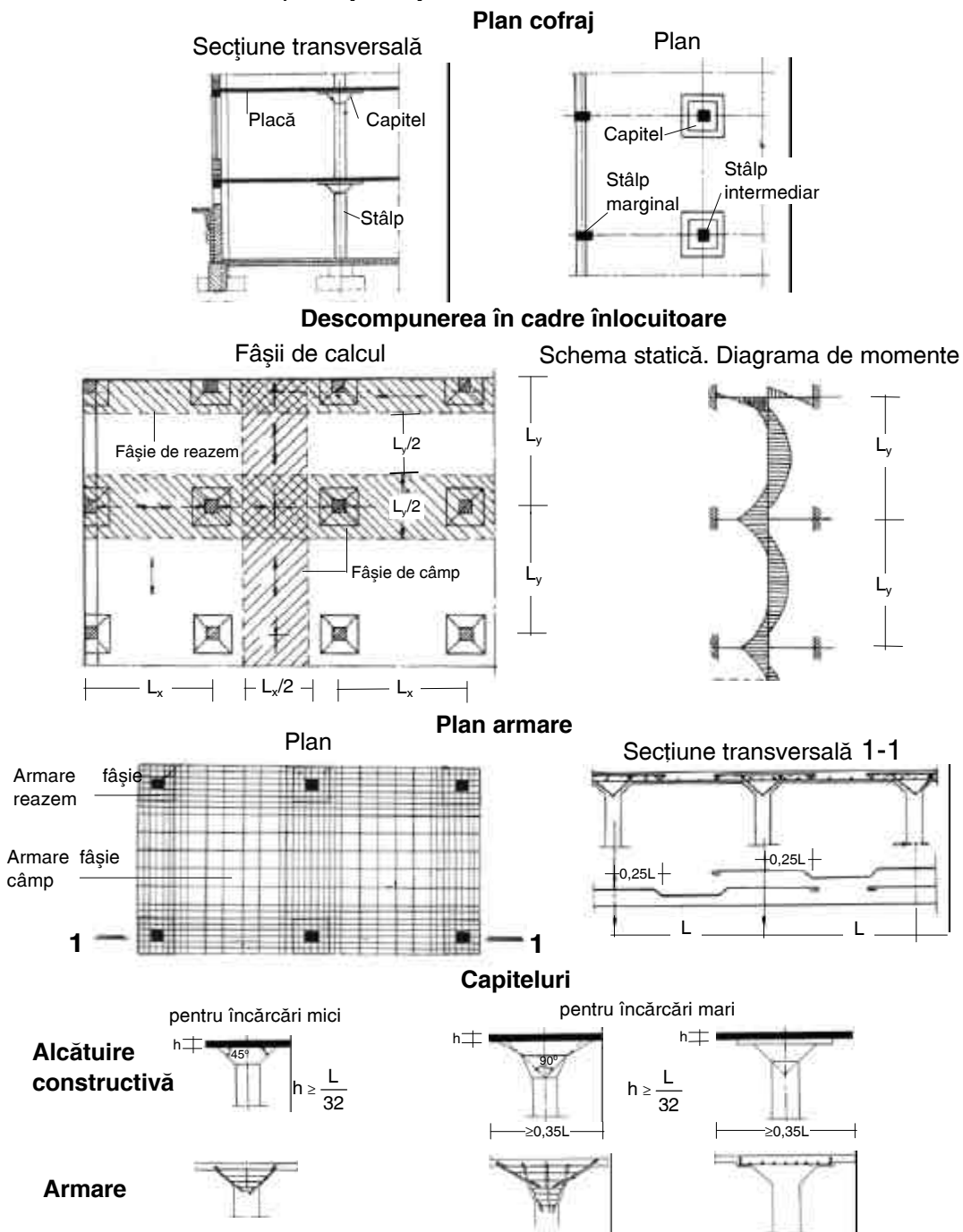


Fig.22.11 Planșeu tip ciuperi. Plan cofraj. Fâșii de calcul. Plan armare. Tipuri de capiteluri, alcătuire constructivă și armare.

Placa planșeului ciupercă se dimensionează la momentele încovoietoare pozitive și negative, pentru fâșiile de reazem și pentru fâșiile de câmp (fig.22.11).

Grosimea minimă a plăcii este egală cu $l_1/32$ (minim 13 cm) la planșee cu capitel drept, iar $l_1/35$ (minim 12 cm) la planșee cu capitel frânt (l_1 latura mare a interaxului stâlpilor).

Armarea economică a plăcii se realizează pe cele două direcții paralele cu laturile caroiajului stâlpilor (fig.22.11).

Capitelul. Rolul principal al capitelului, în cadru planșeelor ciuperci, este de a micșora deschiderea de calcul a plăcii și de a asigura rezistența la străpungere a plăcii.

Capitelul va mări rigiditatea ansamblului stâlp-placă. Deci capitelul va facilita scurgerea eforturilor din placă în stâlpi și va prelua în bune condiții tensiunile ce apar datorită schimbării de direcție în traseul forțelor.

Această îngroșare a stâlpului la contactul cu placa va micșora momentul încovoitor cu 20...30%.

Conturul capitelului se poate stabili prin calcule, funcție de sarcina la care este supus planșeul și de calitatea betonului pus în operă (fig. 22.11).

Capitelul poate avea forme în plan : pătrată, dreptunghiulară sau circulară.

La alcătuirea planșeelor ciuperci, se folosesc : capitelul simplu, fără placă, capitelul cu frântură și capitelul cu placă de reazem. Cel mai rațional, datorită formei, este capitelul cu frântură (fig.22.11).

Condițiile constructive ce trebuie respectate: lățimea bazei capitelului; la intersecția cu placa, trebuie să fie cel puțin 0,35 din deschiderea cea mare ; la capitelurile frânte, raportul optim h_1/h_2 este de 2/3.

Armarea capitelului se face constructiv ($d = 8...10$ mm).

Planșee dală

Planșeele dală sunt alcătuite dintr-o placă dreaptă ce reazemă direct pe stâlpi, fără intermediul capitelurilor.

Lipsa unor elemente de rigidizare, sporită față de placă schimbă modul de transmitere a forțelor, aducând lucrul în suprafață a întregii dale.

Avantajele arhitecturale fac ca acest planșeu să fie deosebit de apreciat și solicitat de arhitecți.

Utilizate la clădirile civile, aceste planșee prezintă o serie de avantaje: micșorarea înălțimii de construcție prin eliminarea grinzilor, economie de cofraj prin re folosirea lui, reducerea finisajelor și posibilitatea montării conductelor pentru instalații, în placa groasă a planșeului.

Legătura între placă și stâlp, în cazul planșeului dală, prezintă tendințe de străpungere; în acest loc apar eforturi importante de forfecare și eforturi principale.

Îmbunătățirea comportării planșeului în zona de legătură placă-stâlp se realizează prin limitarea grosimii minime a plăcii și a lățimii minime a stâlpilor. Grosimea minimă a plăcii se ia $l_{max}/35$ (minim 13 cm).

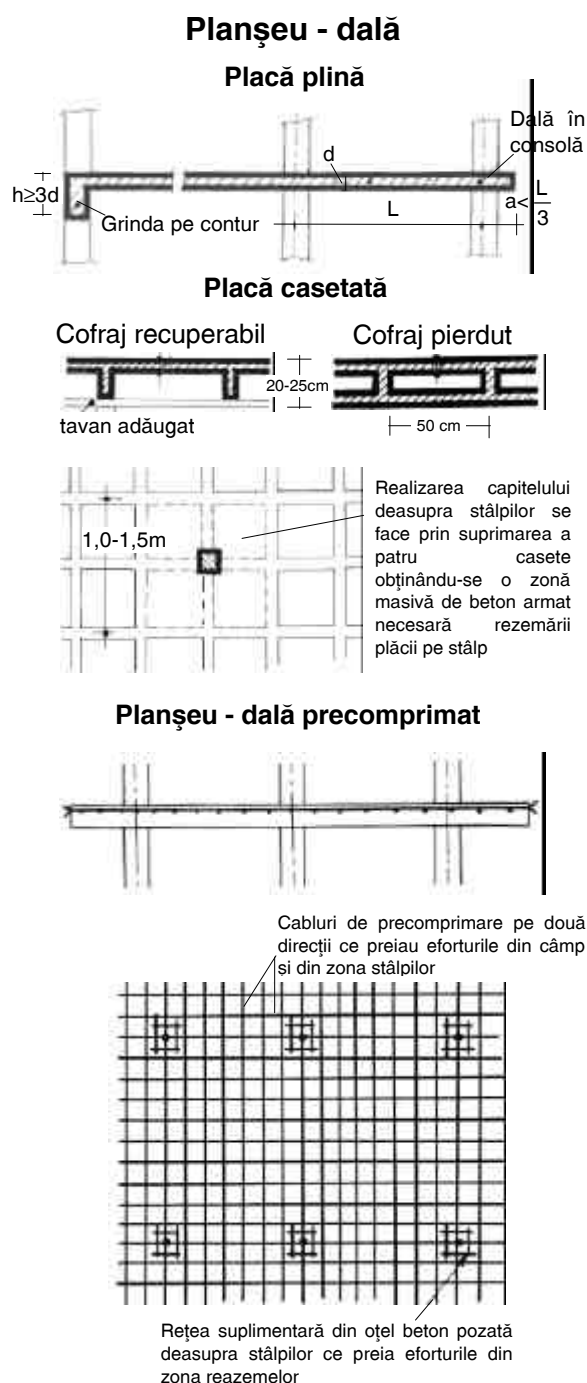


Fig.22.12 Planșeu - dală din beton armat monolit. Placă plină. Placă casetată. Planșeu-dală precomprimat

Grosimea plăcii se mărește, comparativ cu planșeele tip ciuperci (la același carioaj al stâlpilor, 6,0x6,0 m, secțiunea stâlpului 40x40 cm și 8000 N/m² sarcină utilă), de la 17 cm la 21 cm, datorită măririi momentelor încovoitoare în câmp și pe reazem.

La planșeele dală se recomandă folosirea betoanelor de marcă superioară, pentru micșorarea grosimii plăcii, dictată de eforturile principale în zonele de reazem. Acest lucru atrage după sine, la încărcări mari, armarea constructivă a fâșiilor din câmp.

Tipuri de planșee dală. Au apărut tipuri noi de planșee dală (fig.22.12), menite să sporească economicitatea planșeului, prin micșorarea consumului de beton și mărirea înălțimii de lucru a armăturii.

Planșeul dală casetat, poate fi realizat fie printr-un cofraj pierdut, fie printr-un cofraj recuperabil.

La acest tip de planșeu, în jurul stâlpului se creează o zonă masivă de beton, necesară rezemării plăcii.

Planșeul dală din beton precomprimat urmărește micșorarea grosimii dalei, prin posibilitățile pe care le are betonul precomprimat de a rezista în bune condițiuni la eforturile principale (fig.22.12).

Capitolul

23

SCĂRI

23.1.GENERALITĂȚI

Scările sunt elemente de construcție care realizează legătura între clădire și nivelul terenului exterior sau între nivele diferite ale spațiului interior al clădirii.

Rolul scărilor este de a permite evacuarea rapidă a persoanelor din clădire, în caz de incendiu sau cutremur.

Scările trebuie să satisfacă o serie de condiții privind :

- confortul circulației, care depinde de efortul necesar parcugerii diferenței de nivel și de senzația de siguranță a circulației;
- rezistența și stabilitatea scării la solicitările rezultate din sarcinile de exploatare (greutatea elementelor componente, greutatea oamenilor);
- aspectul plastic, prin folosirea scării și ca element decorativ al spațiului interior sau exterior.

Clasificare

Scările se pot clasifica după destinație și rolul lor:

- scările monumentale urmăresc realizarea unui efect arhitectonic deosebit; în caz de incendiu sau cutremur, servesc la evacuarea rapidă a oamenilor din clădiri (maximum două nivele);
- scările principale servesc la circulația normală în clădire;
- scările secundare servesc la circulația de serviciu între diferite nivele sau numai la unele dintre ele, cum ar fi scări de pod, de pivniță. Aceste scări, în general, nu se iau în considerare în caz de evacuare la incendiu sau la cutremur.

Casa scării

Casa scării este spațiul special amenajat pentru amplasarea scărilor interioare. Trebuie să fie vizibilă și accesibilă direct de la intrare.

Acest spațiu din clădire, folosit pentru evacuare în caz de pericol, trebuie să fie separat de restul clădirii prin pereți, planșee și uși rezistente la foc. Acest lucru este necesar pentru a se putea parcurge traseul complet până la nivelul ieșirii în exterior, fără a părăsi casa scării.

Pereții de la casa scării trebuie să aibă grosimea minimă de 25 cm la zidărie și de minimum 20 cm la beton, pentru protejarea acestui spațiu în caz de incendiu (fig.23.1.I).

Casa scării va fi ventilată și iluminată natural. Suprafața ferestrelor este de cel puțin 1/14 din suprafața orizontală a casei scărilor, pentru fiecare etaj în parte. Când nu este posibilă iluminarea naturală, se admite lumina artificială, cu condiția să fie asigurată posibilitatea de funcționare, în orice moment (incendiu, cutremur) a unui sistem automat de iluminare artificială. Este necesară posibilitatea de comunicare cu acoperisul cu pod sau tip terasa.

Forma în plan (fig.23.1.II) a scării depinde de: suprafața casei scării, de importanța scării, de cerințele arhitectonice și de raporturile dintre dimensiunile casei scărilor.

Scările drepte, între două nivele consecutive, prezintă o lungime mare dar necesită spațiu redus. În cazul când numărul treptelor este mai mare de 15, se prevede un podest pentru odihnă (fig.23. 1.I) .

La construcțiile civile se folosesc, de obicei, scări cu două aripi paralele și podest intermediar (fig.23.1.I). În cazul

în care spațiul disponibil din casa scării este limitat, se folosesc scări drepte cu trepte balansate.

Când circulația este redusă sau spațiul este foarte mic, sunt utilizate scări în spirala.

23.2. ELEMENTE COMPONENTE

Elementele componente ale unei scări (fig.23.1.III) sunt: treapta, contratreapta, rampa, podestul, balustrada.

Treapta reprezintă suprafața orizontală pe care se circulă.

Treptele au între ele aceeași diferență de nivel. Lungimea liberă a treptei este egală cu lățimea scării și este în funcție de debitul curent al circulației și de dimensiunile obiectelor ce urmează a fi transportate pe scară.

Contratreapta reprezintă suprafața verticală care leagă două trepte consecutive, formând înălțimea treptei.

Raportul dintre înălțimea h și lățimea l a treptei dă panta scării. Între aceste elemente trebuie să existe relația Blandel :

$$2h + l = 62 \dots 64 \text{ cm} \quad (23.1)$$

iar pentru grădinițe

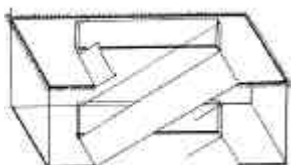
$$2h + l = 58 \dots 60 \text{ cm} \quad (23.2)$$

Panta scării este elementul determinant al confortului circulației.

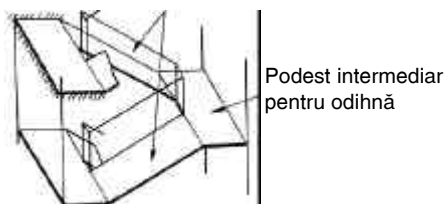
Funcție de înălțimea contratreptei, scările pot fi : joase cu $h < 16,5$ cm, mijlocii cu $h = 16,5 \dots 17,5$ cm și înalte cu $h = 17,6 \dots 22,5$ cm. Treptele joase sunt recomandate pentru scări

Scări. Casa scării. Forme în plan. Elemente componente

I. Scară cu o singură rampă ce unește două nivele succesive



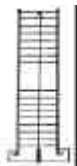
Scară cu rampă întoarsă la 180°



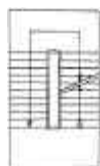
În plan casa scării are lungimea aproape la jumătate cât la o scară cu o singură rampă

II. Forme în plan

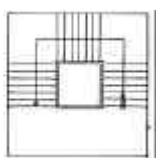
Scară dreaptă cu o rampă cu podest



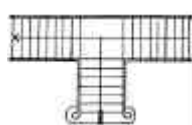
Scară dreaptă cu două rampe și cu podest



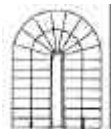
Scară cu trei rampe și două podeste



Scară cu trei rampe și un podest intermediar



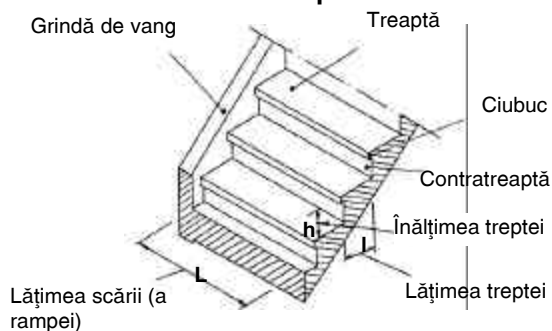
Scară cu două rampe și întoarcere cu trepte balansate



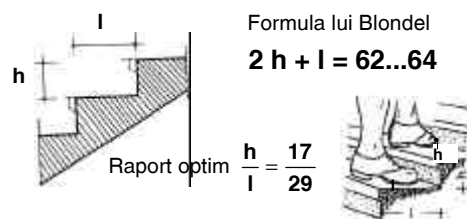
Scară elicoidală



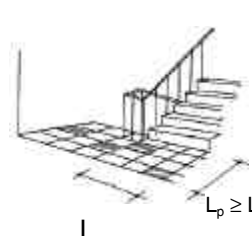
III. Elemente componente



Raportul între înălțimea și lățimea treptei



Dimensiuni podest



Distanța între rampe

$h_1 = 2,20$ m scări principale
 $h_2 = 2,00$ m scări secundare
 $h_3 = 1,80$ m scări provizorii



Lățimea scării funcție de numărul de fluxuri

un flux



două fluxuri



Fig. 23.1 Casa scării, având scară cu o singură rampă și cu două rampe și podest intermediar (I.). Forme în plan (II.). Elemente componente. Dimensiuni treaptă, podest, distanță între rampe, lățimea scării (III.).

secundare, iar cele mijlocii pentru scări principale și secundare.

Treptele înalte sunt indicate numai pentru scări secundare, iar cele cu $h > 19,5$ cm sunt admise doar la scări de serviciu.

Raportul optim, care necesită efortul fizic minim la urcare, este $h/l = 17/29$.

Pentru a realiza pășirea comodă, treapta se prevede cu un profil (ciubuc), care iese în consolă 2...5 cm. Profilul constituie, în același timp, și un element decorativ.

Rampa este porțiunea înclinată a scării (fig.23.1.I,III), ce poate fi dreaptă sau curba.

Numărul de trepte al unei rampe este de cel puțin 3 pentru o circulație comodă și în condiții de securitate, și de cel mult 16 trepte. Peste acest număr, se recomandă a fi întrerupte prin podeste de odihnă.

Linia pasului este proiecția în plan orizontal a liniei de călcare normală a treptelor. Această linie este paralelă cu parapetul rampei, la o distanță de 50...60 cm de acesta.

Înălțimea liberă între două rampe suprapuse sau o rampă și podestul superior este de cel puțin 2,20 m la scări principale și 1,90 m la scări de serviciu, măsurat pe o rază ce pleacă de la muchia treptei (fig.23.1.III).

Grinda de vang este elementul de rezistență (grindă înclinată) pe care reazemă treptele sau planul rampei (fig.23.1.III).

Podestul face trecerea de la o rampă la alta sau de la o scară la nivelul unor suprafețe plane orizontale.

Lățimea podestului este egală cu lățimea scării, pentru a asigura circulația numărului de fluxuri.

Balustrada (fig.23.2.I) se prevede la partea liberă a rampei sau podestului, trebuind să reziste la solicitările mecanice (evacuare oameni). Înălțimea de siguranță a balustradelor e necesar să fie 0,8...0,9 m, putându-se reduce funcție de lățimea balustradei. Vor fi prevăzute balustrade și în dreptul ferestrelor întretăiate de podestele scărilor.

Mâna curentă este o piesă profilată, situată în mod obligatoriu la partea superioară a balustradei. Ea este fixată solid de balustradă sau de pereții scărilor, pe o singură parte a rampelor, la scările care deservesc 1...3 fluxuri, iar la scările mai late pe ambele părți.

Forma și secțiunea mâinii curente urmează a fi astfel concepută, încât să fie ușor cuprinsă cu mâna (fig.23. 2.II).

23.3. DIMENSIONAREA FUNCȚIONALĂ

În cadrul dimensionării funcționale, se vor determina prin calcul: lățimea și înălțimea treptelor, lățimea rampei și a podestelor.

Dimensiunile treptei, lățimea și înălțimea se stabilesc în funcție de necesitățile funcționale ale clădirii (fig.23.1.III) și de destinația scării.

Înălțimea unei trepte (h) rezultă din condiția

$$n \cdot h = H \quad (23.3)$$

în care:

n - numărul de trepte, astfel încât să fie un număr întreg;

H - înălțimea dintre etaje.

Cunoscând h, se poate determina lățimea treptei b, din relația lui Blandel

$$b + 2h = 62 \dots 64 \text{ cm} \quad (23.4)$$

Lățimea rampei sau lungimea treptei se determină din considerente funcționale și de evacuare rapidă a clădirii, în caz de pericol.

La clădirile de locuit, cu populație redusă, lățimea rampei rezultă din condiții funcționale și din posibilitatea de a se putea transporta pe scară diferite obiecte.

La clădirile publice (cu aglomerare mare de oameni), lățimea scării rezultă dintr-o dimensionare, pentru evacuare în caz de pericol.

Se consideră că evacuarea persoanelor se face sub formă de fluxuri șiruri de persoane așezate una în spatele celeilalte care circulă pe scări spre exteriorul clădirii.

Lățimea rampei se determină (fig.23.1.III) după nivelul cu cel mai mare număr de fluxuri, fără a se cumula fluxurile care vin de la niveluri diferite. Excepție fac sălile de teatru sau cinematografe.

Numărul de fluxuri, prin care se evacuează persoanele se determină cu relația

$$F = N/C \quad (23.5)$$

în care:

F numărul de fluxuri rezultat;

N numărul de persoane care trebuie evacuat;

C capacitatea de evacuare a unui flux, pe toată durata operației de evacuare.

Rezultatele se rotunjesc la numărul întreg imediat superior.

Numărul de persoane N se determină din proiectul clădirii sau se stabilește în funcție de destinația acesteia.

La clădirile de locuit, se consideră o persoană la 10 m² suprafață utilă; la hoteluri, aria ce revine unei persoane este 8 m², la care se mai adugă un spor de 12 % pentru persoanele de serviciu și eventualele persoane străine care s-ar afla în clădire.

Capacitatea de evacuare a unui flux (C) este indicată , în funcție de destinația clădirilor. La clădirile de locuit, capacitatea de evacuare a unui flux este C = 90.

Pe baza numărului de fluxuri, se determină lățimea scării, care este cel puțin: 0,80 pentru un flux; de 1,10 pentru 2 fluxuri; de 1,60 pentru 3 fluxuri; de 2,10 pentru 4 fluxuri; de 2,50 pentru 5 fluxuri.

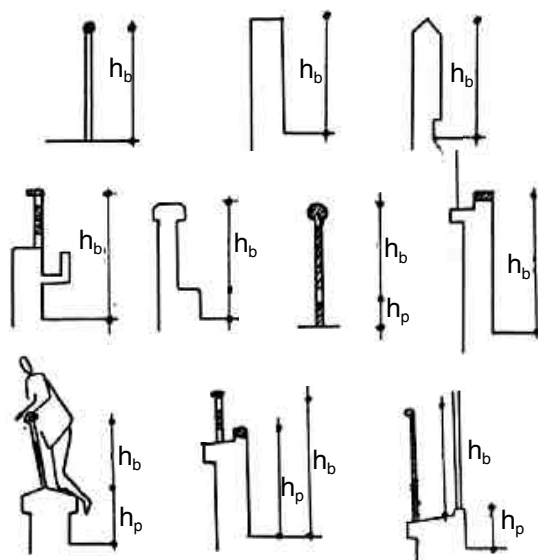
Lățimile uzuale de scară sunt cele care corespund la 2...3 fluxuri. Lățimea maximă a scării nu se limitează, dar rampele cu lățime peste 2,40 m vor fi împărțite pe toată lungimea lor cu balustrade intermediare.

Scările se vor menține cu lățime constantă, pe porțiunile unde circulația este aceeași.

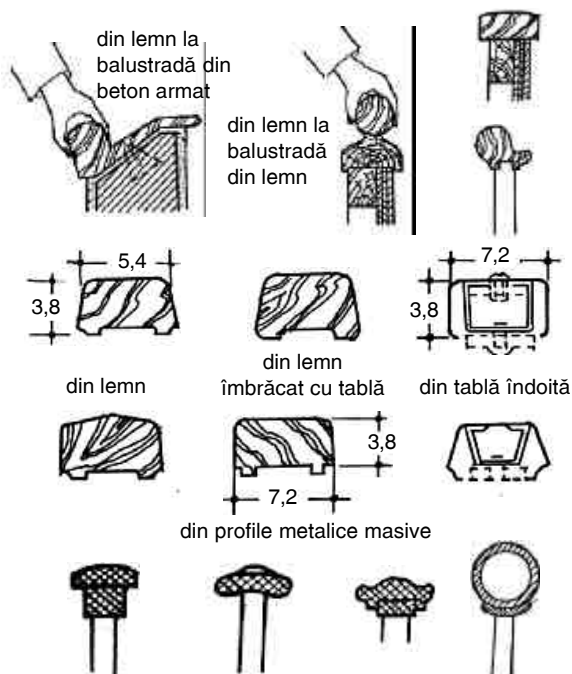
Scări. Balustrade. Mână curentă. Scări exterioare

I. Scări. Elemente componente.

Balustrade - parapete

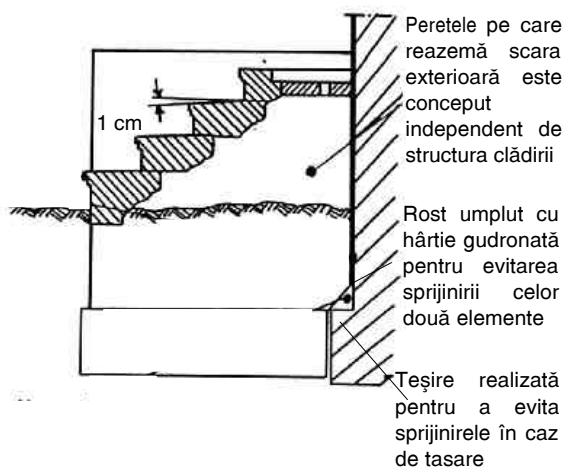


Mână curentă

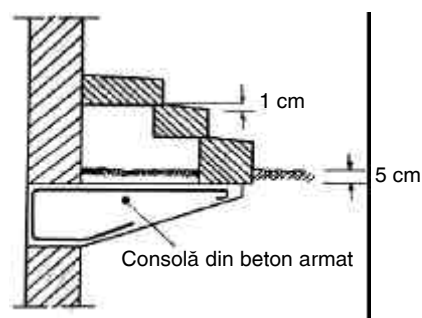


II. Scări exterioare

Scară independentă de clădire



Scară solidarizată de clădire



Scară cu trepte din piatră sau beton prefabricat

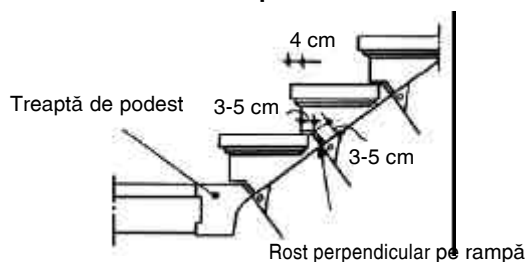


Fig. 23.2 Elemente componente scări. Balustrade, parapete. Mână curentă (I.). Scări exterioare (II.)

La clădirile de locuit, înălțimea și lățimea treptelor, lățimea rampei și a podestelor se mențin constante pe toate nivelele scării.

Podestele vor fi dimensionate funcție de numărul de fluxuri care este identic cu cel de pe rampa scării, prin care se face evacuarea persoanelor.

Prin dimensiunile funcționale ale scării înțelegem dimensiunile de gabarit în stadiul scării finisate.

23.4. SCĂRI EXTERIOARE LA CLĂDIRI

Scările exterioare (fig.23.2.III), de la intrare sau de la subsol, vor rezema fie pe console legate de zidăria peretelui, fie pe fundații independente de restul construcției. Aceste fundații vor avea aceleași condiții de fundare ca și fundațiile de mică adâncime care nu transmit sarcini mari și anume : să fie încastrate în terenul bun de fundare și să depășească adâncimea de îngheț.

Treptele și podestul acestor scări, rezemate la ambele capete, trebuie să aibă o pantă redusă, spre partea inferioară a scării, pentru a permite scurgerea apei.

Execuția acestor scări trebuie să fie făcută din materiale negelive: piatră sau beton.

Scările de piatră se realizează din rocile cele mai folosite, calcarele și gresiile. Treptele masive de piatră se taie cu sau fără profil .

Suprafețele treptei și contratreptei pot fi buciardate sau frecate.

Intradosul acestor trepte se lasă, în general, brut (neprelucrat) ; dacă este vizibil, se prelucrează. Treptele din piatră se sprijină unele pe altele, pe o fâșie de 3...8 cm.

Scări de beton. Dala pe care se așează treptele din beton poate rezema pe o umplutură de pământ, ca și cofraj. Între stratul de pământ și dala de beton se interpune un strat de nisip compactat.

Nivelul podestului exterior se recomandă a fi mai jos decât al pardoselii vestibulului de intrare. Între scara exterioară și construcție se prevede un rost de tasare sau armătura plăcii parterului se continuă cu aceea a scării.

SCĂRI INTERIOARE

După materialele frecvent folosite la execuție, scările interioare pot fi: scări de lemn, scări metalice, scări din beton armat monolit sau prefabricate.

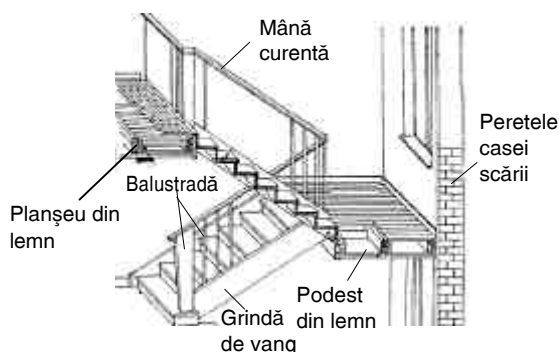
23.5. SCĂRI INTERIOARE DIN LEMN

Scările de lemn au un domeniu restrâns de folosire exclusiv la locuințe individuale, cu parter și etaj datorită unei comportări deficitare la incendiu.

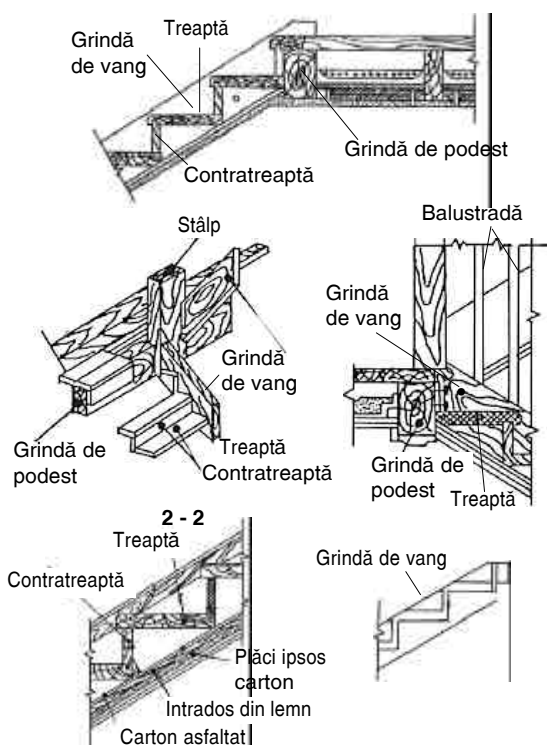
Lemnul de stejar se folosește mai des la scări, datorită rezistenței la uzură și a aspectului estetic obținut prin lustruire.

Scările de lemn se utilizează într-o casă a scării proprii, dar și în holul sau camera de zi a clădirii, realizând în

Scară din lemn



Rezemarea grinzii de vang pe grinda de podest



Montarea treptelor în grinda de vang

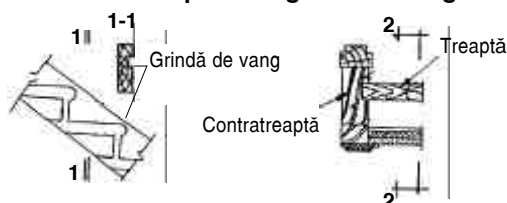


Fig.23.3 Scară din lemn

acest fel un element de decorație interioară.

Elementele principale de rezistență ale scării (fig.23.3), cele două vanguri de lemn ecarisat, sunt solidarizate între ele de treptele executate din dulapi, de esență tare (grosime 4...5 cm). Treptele se îmbină cu grindă de vang, prin intermediul unor șipci prinse de vang, care urmăresc forma treptelor.

Contratreapta din scândură se prinde de treaptă, la partea ei superioară sau inferioară.

La scările mai late, solidarizarea, între grinzile de vang, se face prin buloane metalice cu tije filetate.

Grinzile de vang se ancorează la extremitățile de fundații, de grinzile planșeului sau ale podestului.

Podestele sunt porțiuni de planșeu care primesc în plus acțiunea grinzilor de vang ce reazemă între ele.

Intradosul scărilor de lemn poate fi cu treptele vizibile finisate ori acoperite cu scânduri lămbuite sau tencuite.

23.6. SCĂRI INTERIOARE DIN METAL

Clădirile industriale constituie aria unde se folosesc uneori scările metalice, a căror utilizare este dictată de cerințele tehnologice (structuri de rezistență metalice) și spațiu redus pentru amplasare.

Grinzile de vang se realizează din oțel U,I,T, rotund, tablă subțire formată la rece sau profile compuse din tablă groasă solidarizate cu corniere.

Treptele și contratreptele (fig.23.4) se execută din tablă groasă din oțel, tablă striată, rigidizate cu corniere.

Treptele și contratreptele, alcătuite din tablă presată, sunt astfel formate, încât rigiditatea treptei se realizează prin nervuri verticale.

Grinzile de vang reazemă pe fundații sau pe un planșeu de beton armat, prin intermediul unor corniere ancorate cu buloane de scelment (fig.23.4).

Treptele pot fi prevăzute deasupra sau în dreptul grinzilor de vang.

Se pot folosi scări metalice cu trepte din scânduri de stejar de 5 cm grosime.

Intradosul scărilor metalice poate fi finisat și prin fixarea unor plăci de ipsos carton, prin intermediul unor bare metalice suplimentare.

Parapetul, din oțel cornier sau oțel rotund, se poate fixa, la partea superioară sau lateral, de grinzile de vang.

Mâna curentă la parapeți se realizează din cornier sau din oțel rotund.

23.7. SCĂRI INTERIOARE DIN BETON ARMAT

Scări din beton armat monolit. Datorită importanței scărilor în caz de evacuare forțată, este indicată folosirea betonului armat, material cu rezistențe mecanice favorabile la temperaturi ridicate (fig.23.5).

Scara de beton armat transmite sarcinile spre structura de rezistență a clădirii, prin intermediul casei scărilor.

Scară de metal

Trepte și contratrepte din tablă groasă pe suportul din corniere

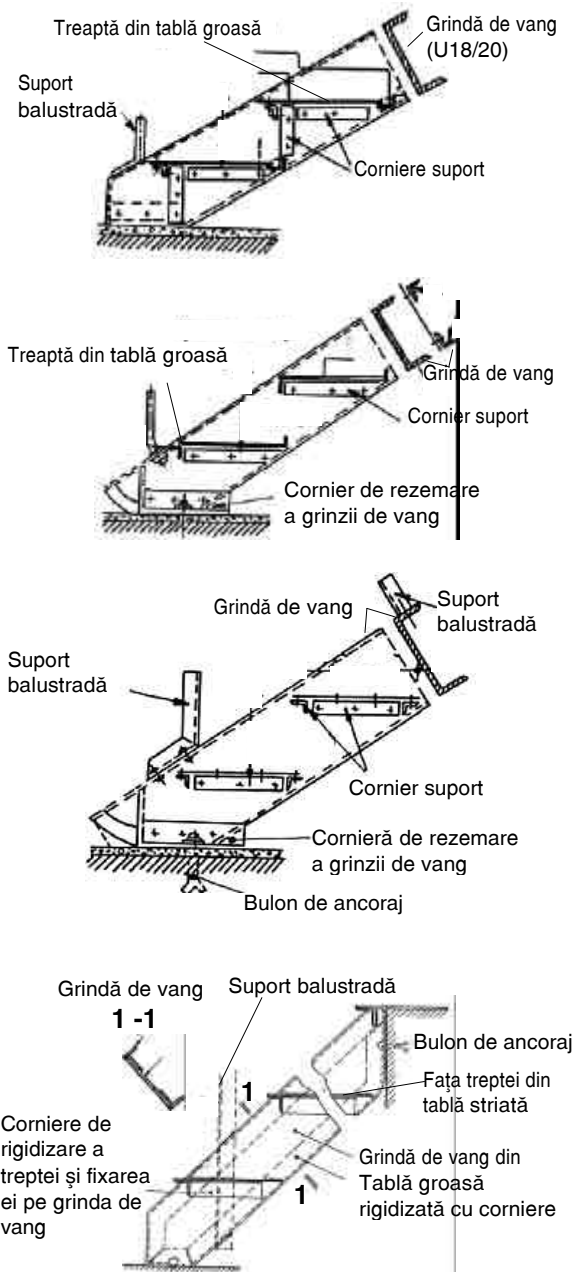


Fig.23.4. Scară metalică

Rampa scării din beton armat monolit este o dală rezemată longitudinal, descărcându-se pe podeste sau rezemată transversal și transmitând sarcinile pe pereții longitudinali sau pe grinzile de vang.

Rezemarea longitudinală a rampei se poate realiza prin intermediul plăcii podestului, care, la rândul său poate fi rezemat pe 2 sau 3 laturi. Acest tip de rampă continuă conlucrează în plan vertical cu podestul (împiedicat a se roti în plan vertical), care necesită grosime și armare sporită.

Altă soluție de rezemare longitudinală a rampei este pe grinzi de podest grinzi amplasate la intersecția între rampă și podest.

Rezemarea rampei prin intermediul grinzilor de vang (grinzi înclinate) se folosește atunci când deschiderea rampei este mare.

Rezemarea pe grinzile de vang se poate realiza prin :

- amplasarea acestor grinzi la marginile rampei (în cazul casei scării vitrate) sau puțin retrase spre interior, în scopul micșorării grosimii aparente a rampei ;
- prelungirea acestor grinzi, care servesc și la rezemarea podestului;
- amplasarea unei singure grinzi centrale, care va avea dimensiuni mărite comparativ cu soluția grinzii de vang marginale, reducând astfel gabaritul liber al scării.

Rezemarea transversală a rampei se realizează în pereții longitudinali ai casei

scării. Dala continuă pe mai multe nivele și frântă la intersecția rampei cu podestul se comportă ca o placă subțire, prismatică. Această comportare spațială dă scării o rigiditate mare, cu toate că nu are grinzi de rezemare.

În cazul când nu se consideră conlucrarea rampei cu podestul, rampa se va încadra în pereții longitudinali ai casei scării, iar podestul va lucra separat, fiind încastrat pe trei laturi în zidurile casei scării, iar pe a patra rezemat pe o grindă de podest.

Treptele, la scările din beton armat monolit, pot fi alcătuite din beton simplu turnate peste o placă armată sau turnate împreună cu dala din beton armat (fig.23.5).

Datorită efectului arhitectonic deosebit, se utilizează din ce în ce mai des **scările cu placă treaptă - contratreaptă**. La acest tip de scări, sarcinile exterioare vor determina eforturi care sunt preluate numai de trepte și contratrepte. Dacă unghiul între trepte și contratrepte este de 90° , aceste scări poartă denumirea de scări ortopoligonale.

Solicitarea preponderentă, la acest tip de scări, este încovoierea.

Armarea scărilor ortopoligonale se poate realiza cu armături continue și etrieri sau armături continue și cu bare suplimentare înclinate (fig.23.5). Pentru simplificarea calculelor, grosimea treptelor va fi egală cu cea a contratreptelor.

Scări din beton armat monolit

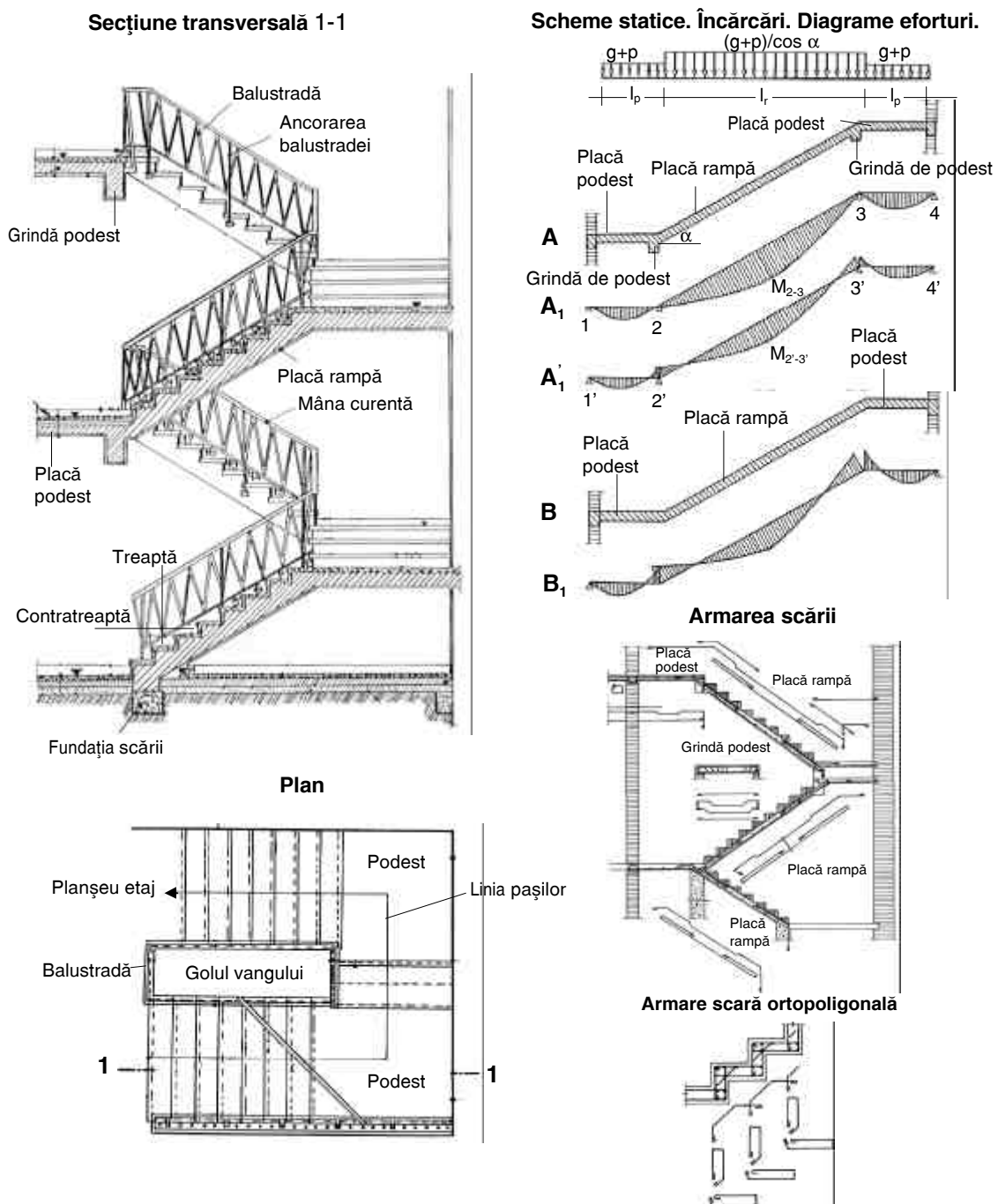


Fig. 23.5 Scară din beton armat monolit. Secțiune transversală. Plan. Scheme statice. Armare.

Datorită concentrărilor de eforturi, în locurile de frângere a liniei mediane se prevăd armături înclinate.

Scări din beton armat prefabricat. Capacitatea de ridicare a macaralelor va influența asupra adoptării uneia dintre următoarele soluții de elemente prefabricate la scări de beton armat, în ordinea creșterii gradului de industrializare :

- trepte prefabricate independente;
- trepte, contratrepte și grinzi de vang;
- rampă și semipodest prefabricat .

Treptele prefabricate independente pot fi elemente cu goluri sau fără goluri, pot rezema la capete pe grinzi de vang monolite sau încastrate în zidărie.

Treptele dreptunghiulare vor rezema între ele pe o fâșie de 4 cm; cele triunghiulare au suprafața de contact teșită, contactul realizându-se printr-un rost frânt, cu laturi de 3 cm.

Grinzile de vang prefabricate pot avea secțiunea transversală în formă de L, iar cea longitudinală sub formă de cremalieră. Grinzile de vang reazemă pe grinzi de podest, care pot fi prefabricate sau monolite (fig.23.6).

Scările cu rampă prefabricată (fig.23.6) din beton armat au treptele și grinzile de vang cuprinse într-un singur element (pot fi realizate cu vang marginal sau central) asemănător cu structura chesoanelor.

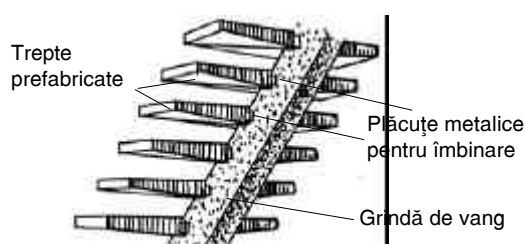
La clădirile din panouri mari, în condițiile unui grad mare de

Scări din beton armat prefabricat

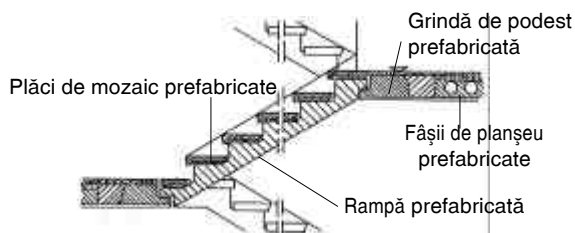
Scări prefabricate cu două grinzi de vang
Trepte Trepte masive



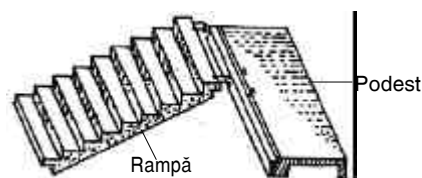
Scară prefabricată cu grindă de vang centrală



Scară cu rampă prefabricată



Scară cu rampă și podest prefabricate



Scară cu rampă și semipodest prefabricate

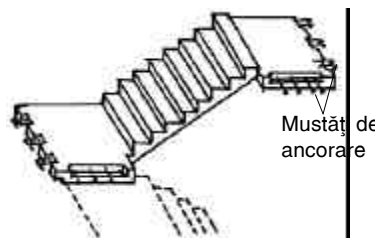


Fig. 23.6 Scări din beton armat prefabricat

industrializare, se folosesc scări prefabricate din panouri mari, alcătuite din rampă și jumătatea podestului prefabricat (fig.23.6).

Rezemarea acestui element prefabricat (rampa + semipodest) se face pe podest sau grinda de podest de la planșeul etajului și pe panoul de perete de la casa scării.

Scările din beton armat prefabricat prezintă dezavantajul rigidizării reduse a clădirii, comparativ cu cele din beton monolit.

La clădirile industriale înalte, se folosesc scările elicoidale prefabricate, realizate dintr-un stâlp central, trepte prefabricate. Lipsa contratreptelor și forma trapezoidală a treptelor fac ca scara să fie comodă la urcat (fig. 23.6).

Finisarea scărilor din beton armat. La scările din beton armat, finisajul se utilizează în funcție de destinația clădirii, importanța scării, considerente estetice și economice.

Scările din beton armat se pot finisa cu :

- mortar de ciment sclivisit în grosimea de 1-1,5 cm ; în cazul unei circulații frecvente, se protejează muchiile cu oțel cornier fixat prin ancore metalice. Pentru a evita alunecarea, suprafața treptelor se va prevedea rulată sau buciardată;
- placaje din piatră naturală (granit, marmură) sau piatră artificială (plăci de mozaic), la treptele și contratreptele așezate pe un pat de 2cm de mortar de ciment (fig.23.6);

- mozaic turnat;
- scânduri de stejar fixate în dibluri de lemn;
- PVC fixat cu adezivi.

Intradosul scărilor din beton armat se tencuiește și se zugrăvește.

23.8. ELEMENTE GENERALE DE CALCUL

Pentru a efectua calculul scărilor, acestea se descompun în elemente simple, izolate: treapta, rampa, grinda de vang, grinda de podest, dala podestului.

Încărcarea utilă din aglomerația de oameni ce poate proveni în caz de pericol, are valoarea cuprinsă între 3500...5000 N/m²; la aceste încărcări se adaugă încărcarea permanentă provenită din greutatea proprie, pardoseală și tencuiala intradosului.

Aceste încărcări sunt uniform repartizate pe suprafața: cea permanentă - pe o suprafață înclinată, iar cea utilă- pe o suprafață orizontală.

Placa rampei, care se consideră simplu rezemată sau încastrată pe grinda podestului, se va calcula în funcție de raportul laturilor plăcii, după una sau două direcții. Se recomandă a se lua în considerație și conlucrarea treptelor, care va determina un consum mai redus de armătură.

Placa și grinzile de podest se calculează ca mici planșee, cărora li se asigură continuitatea cu treptele.

Grinda de podest este încărcată din rampe sub formă de sarcini concentrate, prin intermediul grinzii de vang, și de

Scări din beton armat. Structuri de rezistență.

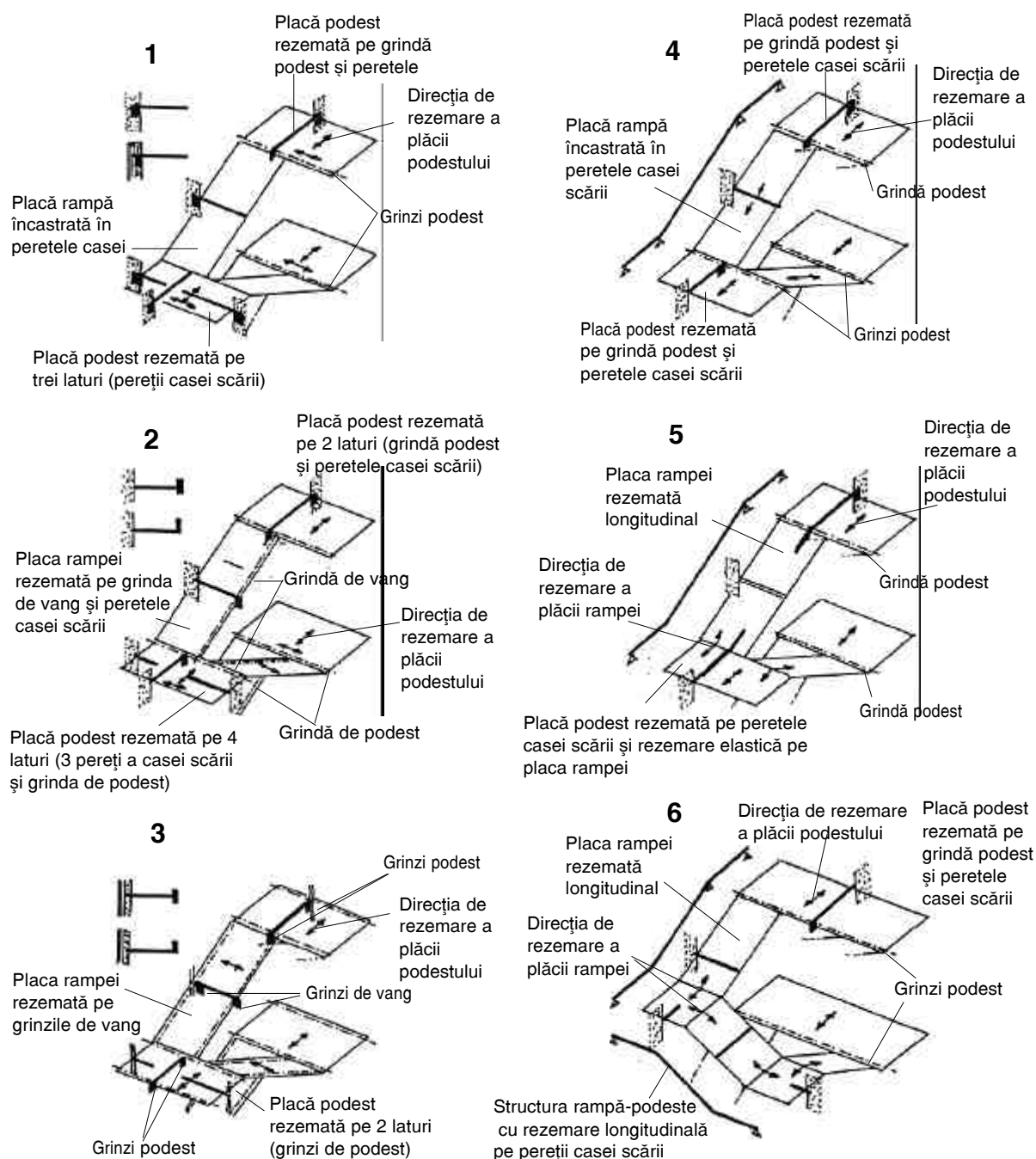


Fig. 23.7 Scări din beton armat. Structuri de rezistență care lucrează după direcție transversală (1,2,3) sau longitudinală (4,5,6).

sarcina aferentă din placa de podest, sub forma unei sarcini uniform distribuite.

Grinzile de vang, care preiau încărcările de la trepte și rampă, se

calculează cu grinzi simplu rezemate pe grinzile de podest sau continue din desfășurarea pe toate nivelele, dacă decalarea între vanguri și rigiditatea la torsiune a grinzilor de podest pot fi neglijate.

ACOPERIȘURI

24.1. GENERALITĂȚI

Acoperișul este elementul de construcție ce realizează închiderea la partea superioară a clădirii, având rolul de a proteja contra acțiunilor climatice (fig.24.1, fig.24.2).

În funcție de pantă, acoperișurile se clasifică în:

- acoperișuri cu pantă mare a învelitorii;
- acoperișuri cu pante reduse terase.

Una dintre cerințele importante ale acoperișului este aceea de a prezenta un înalt grad de impermeabilitate la precipitații. Acoperișul trebuie să asigure colectarea și îndepărtarea acestor ape (fig.24.2).

Pantele de scurgere sunt în funcție de: cerințele arhitecturale, cantitatea de precipitații locale, natura materialelor și considerente economice.

La zonele cu precipitații abundente, pantele acoperișurilor vor fi accentuate, în vederea îndepărtării rapide a apei spre jgheaburi și burlane.

Aceeași pantă accentuată se mai recomandă și în cazul învelitorilor din elemente mici care, prin asamblare, dau rosturi multe, creând o posibilitate în plus de pătrundere a apei în interior.

Forme de acoperișuri

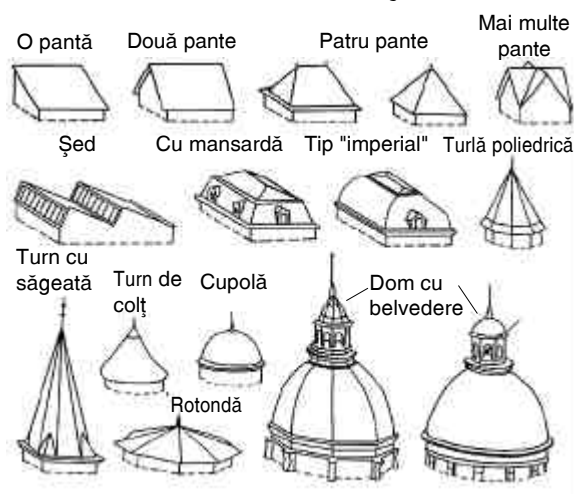
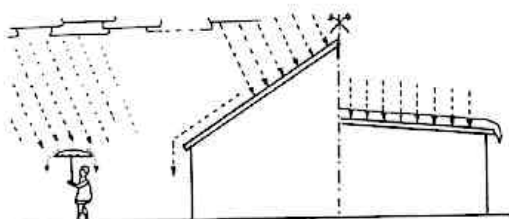


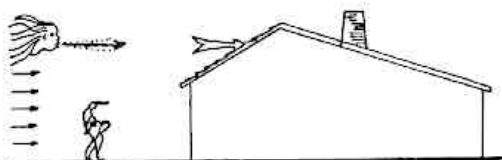
Fig.24.1 Forme diverse de acoperișuri

Acțiuni asupra acoperișurilor

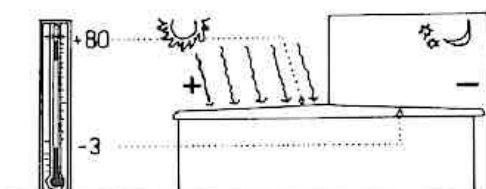
Acțiunea precipitațiilor



Acțiunea vântului



Acțiunea radiațiilor solare



Acțiunea poluării

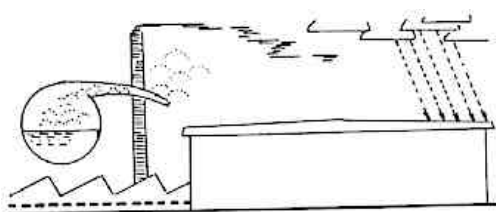


Fig. 24.2 Acțiunea factorilor externi (climatici, poluare) asupra acoperișurilor

Forma acoperișului poate fi diversă (fig.24.1). Ea este influențată de: dimensiunile în plan ale clădirii, destinația și forma clădirii, amplasarea față de construcțiile învecinate, felul materialului din care este realizată învelitoarea și de considerente arhitecturale.

Părțile componente ale acoperișului cu pantă mare sunt : șarpanta (elementul de rezistență); învelitoarea (elementul de protecție); jgheaburi și burlane (elemente accesorii).

24.2. ACOPERIȘURI CU SUPRAFEȚE PLANE ÎNCLINATE

Acoperișul cu suprafețe plane înclinate este alcătuit din șarpantă, învelitoare și elemente accesorii (jgheaburi și burlane).

Șarpanta este elementul portant cu rolul de a prelua încărcările de la învelitoare (din greutatea proprie, zăpadă și vânt) și a le transmite la planșeul sau la zidurile portante ale clădirii. Șarpanta se poate executa din lemn, metal sau beton armat.

Învelitoarea este elementul de construcție care asigură etanșietatea, fiind alcătuită din materiale hidroizolante, care protejează clădirea contra acțiunii directe a apei din precipitații.

Forma acoperișului cu suprafețe plane înclinate trebuie să fie cât mai simplă, deoarece într-o formă complexă de acoperiș apar multe dolii porțiuni cu etanșeitate scăzută - iar iarna se

ivesc aglomerările de zăpadă, ceea ce sporește încărcarea pe elementele componente ale șarpantei.

La clădirile dreptunghiulare, acoperișurile se pot realiza cu unul până la patru plane de scurgere.

În practică se mai întâlnesc și alte forme de acoperișuri: acoperișurile-turn sau piramidele, ori acoperișurile curbe, sub formă de bolți sau cupolă (fig.24.1).

Acoperișul piramidal se utilizează la construcțiile cu plan pătratic sau poligonal; planurile înclinate sub formă de triunghi isoscel se unesc în același punct.

Acoperișul boltit poate avea un profil sub formă de semicerc sau parabolă, utilizându-se la acoperirea clădirilor cu forme dreptunghiulare în plan.

Acoperișul cupolă se folosește, în general, la clădiri cu formă rotundă în plan.

La acoperișurile cu suprafete plane înclinate, pentru determinarea configurației în plan se trasează linia de contur a streșinilor, iar în continuare dreptele de intersecție a planurilor de scurgere. La clădiri compuse din corpuri de lățimi diferite, se rezolvă întâi dreptunghiul cu lățimea cea mai mare, apoi se racordează succesiv cele cu lățimea mai mică.

Structura de rezistență a acoperișurilor din lemn poate fi astfel clasificată:

- șarpante de lemn (max. 15 m) care transmit încărcarea prin intermediul unor elemente ce reazemă pe zidurile

portante sau pe planșee din beton armat;

- ferme cu zăbrele din lemn (la clădiri cu o lățime mai mare de 12m) o structură ce se caracterizează prin aceea că nu are reazeme intermediare, zidurile exterioare fiind singurele reazeme.

Șarpante din lemn

Datorită calităților fizico-mecanice și a prelucrării ușoare, lemnul a fost folosit la executarea acoperișurilor încă din cele mai vechi timpuri.

Legătura componentelor șarpantei de lemn se realizează cu ajutorul îmbinărilor dulgherești. În cadrul acestor îmbinări, piesele de lemn ce vin în contact sunt astfel prelucrate, încât să se întrepătrundă, realizând un sistem în care piesele să nu-și poată modifica poziția în planul elementului de rezistență.

Acest sistem de îmbinare necesită o prelucrare pretențioasă și greoaie a pieselor de lemn ce se unesc. Tot datorită acestor îmbinări, secțiunea activă a acestor piese este simțitor redusă, ceea ce conduce la o utilizare parțială a rezistenței lemnului și o simplificare a geometriei pieselor ce se îmbină (fig.24.3).

Șarpanta de lemn a unui acoperiș poate fi realizată din căpriori, pe scaune și cu macaz.

Șarpantele cu căpriori sunt alcătuite din căpriori care împreună cu grinda de lemn (coarda) a planșeului sau cu planșeul din beton armat formează un

Șarpantă din lemn

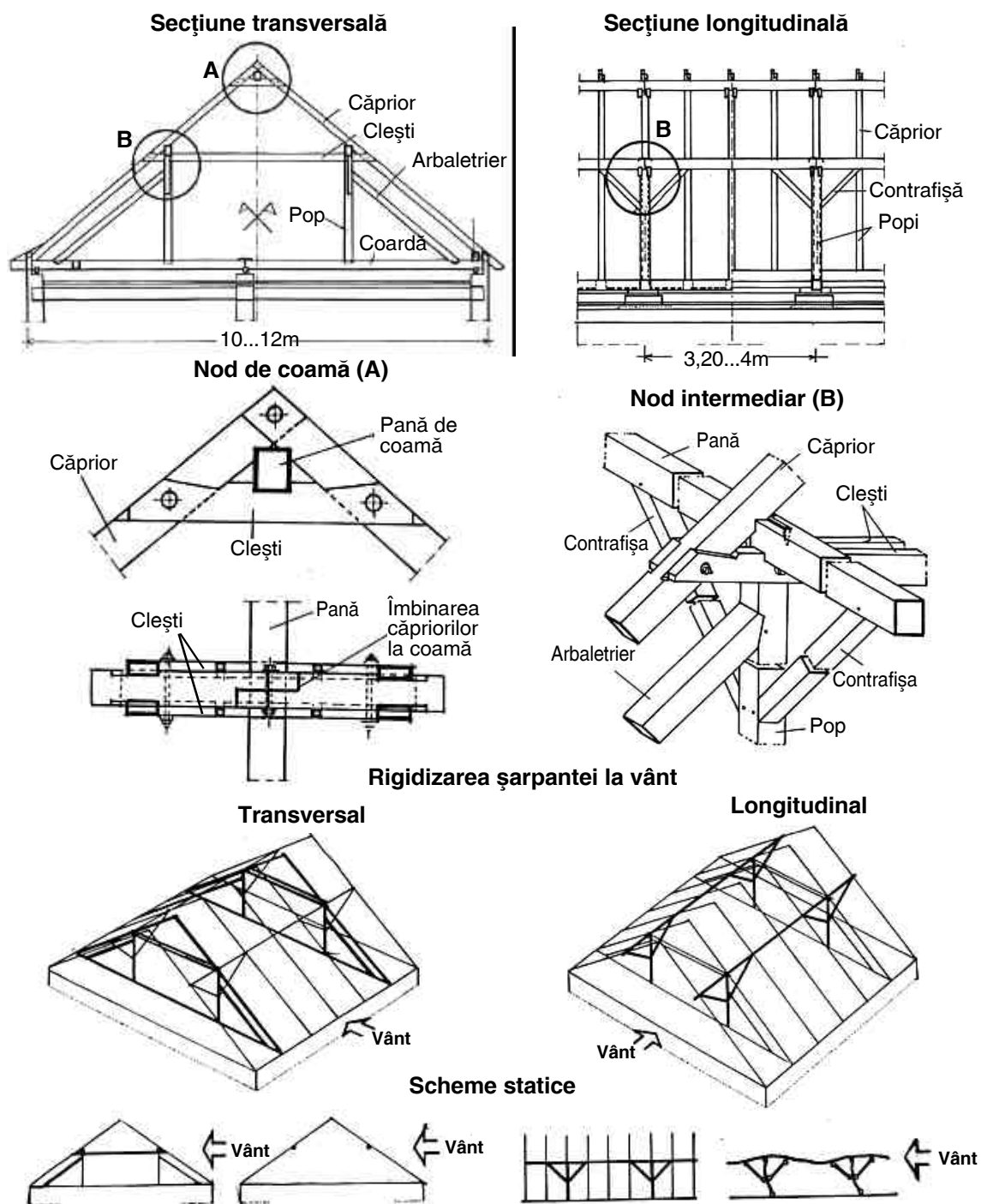


Fig. 24.3 Șarpantă din lemn. Secțiuni. Detalii noduri. Rigidizare transversală și longitudinală. Scheme statice.

sistem triunghiular nedeformabil în plan transversal .

În lungul acoperișului, rigiditatea este asigurată cu ajutorul unor contravânturi înclinate, care leagă grupuri de cãpriori.

Asteriala alcătuită din scânduri sau șipci va transmite încărcările exterioare la cãpriori.

În cadrul sistemului triunghiular cãpriori-coardă, cãpriorii preiau la coamă eforturi de compresiune, coarda (talpa) preia eforturi de întindere.

În cãpriori, componentele perpendiculare ale încărcărilor dau naștere la eforturi de încovoiere.

Cãpriorii se așează la interax de 70-90 cm, iar cei cu lungimi mari (>4,0 m) se rigidizează cu ajutorul unor bare orizontale care micșorează deschiderea la înconvoiere a acestora.

Cãpriorii și rigidizările (distanțieri) se execută din rigle sau mai economic din dulapi, iar contravântuirile din scânduri.

Șarpantele pe scaune au ca element principal de rezistență scaunul alcătuit din popi, pane, contrafișe și tălpi, pe care se reazemă popii (fig.24.3).

Soluțiile șarpantelor pe scaune sunt numeroase, în funcție de :

- forma secțiunii transversale a acoperișului;
- lățimea clădirii;
- dispoziția pereților portanți interiori.

Sistemele de rezistență plane sunt alcătuite din : popi (stâlpi verticali) pe care reazemă panele, o pereche de cãpriori rezemați pe pane, și clești un element orizontal ce leagă cãpriorii la o

cotă intermediară. Acest element este format din două secțiuni dreptunghiulare din lemn, ce se pozează de o parte și de alta a cãpriorilor și popilor (fig. 24.4).

În lungul clădirii aceste sisteme de rezistență plane se amplasează la o distanță de 3,5...5m (această distanță se stabilește din condiția folosirii optime a secțiunilor și lungimilor de livrare a lemnului), iar între ele sunt prevăzute numai panele și o pereche de cãpriori așezați la 70...90cm.

În lungul acoperișului, stabilitatea este asigurată de contrafișe (bare înclinate la 45°) care se îmbină cu popii și panele, prin chertare și elemente de prindere metalice.

Încărcările se transmit de la învelitoare la elementele portante ale clădirii. Asteriala transmite încărcările permanente, din zăpadă și vânt la cãpriori, care se descarcă pe pane.

Aceste elemente orizontale transmit sarcinile, prin popi și tălpi, la elementele portante ale clădirii.

Pentru întărirea sistemului de rezistență a șarpantei de lemn pe scaune, descris mai sus, se introduce o bară înclinată, care se îmbină cu talpa și popii arbaletrier (fig.24.3).

Această bară va forma, cu popii și talpa, două sisteme triunghiulare de bază, care măresc rigiditatea transversală a șarpantei. Această rigidizare este necesară în cazul deschiderilor mărite (10...14 m) sau în zonele cu vânturi puternice, când sistemul triunghiular format de cãpriori

Șarpantă din lemn. Structură de rezistență a acoperișului cu plane înclinate

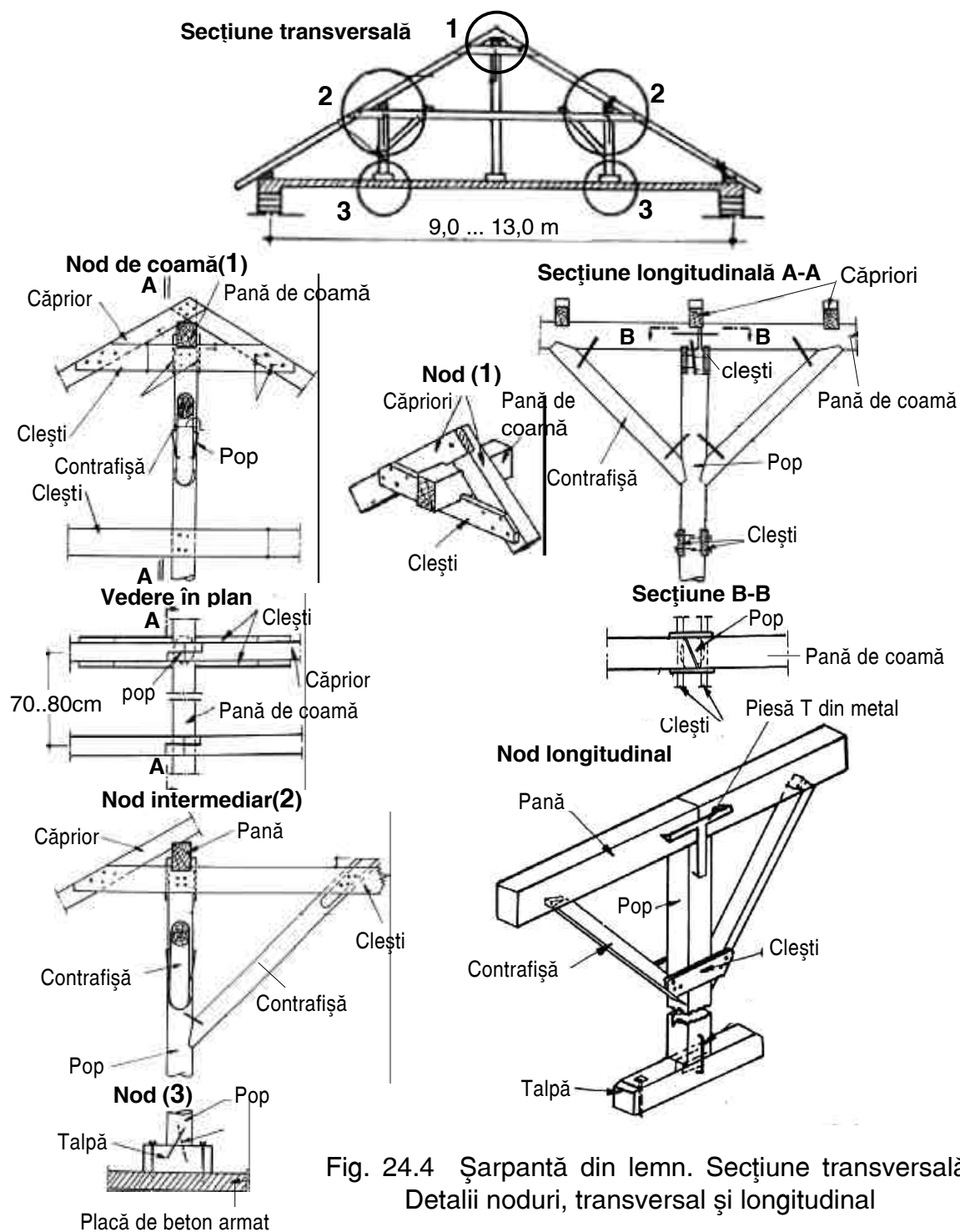


Fig. 24.4 Șarpantă din lemn. Secțiune transversală. Detalii noduri, transversal și longitudinal

și clește nu asigură nedeformabilitatea fermei.

Pentru a evita deplasarea laterală (sau smulgerea) a acestor șarpante, deformabile la acțiunea încărcărilor orizontale, ele se vor ancora cu piese metalice, în dreptul panelor de streășină, în structura portantă a clădirii.

La clădirile cu zid median portant sau cu două ziduri longitudinale portante simetrice, se pot folosi șarpante pe scaune cu popi înclinați și verticali. Pentru a realiza economii de material lemnos, pot fi executate șarpante din lemn rotund și ecarisat. În vederea facilitării realizării îmbinărilor și în funcție de natura solicitărilor, se va folosi materialul rotund la piese comprimate, iar cel ecarisat la elementele încovoiate și la cele cu rol de solidarizare.

Rezemarea acestor șarpante se face pe planșee din beton armat, eliminând talpa (coarda); popii se descarcă pe pereții longitudinali, prin intermediul unor tălpi scurte (fig.24.4).

Nodul de la coamă va fi alcătuit din îmbinarea căpriorilor pe pana de coamă. Cleștii scurți vor solidariza căpriorii la partea superioară, cuprinzând și popul. Din lemn ecarisat se execută pana, căpriorii și cleștii, iar din lemn rotund popul și contrafișa. Legătura între pană și pop se realizează cu prindere metalică, iar cea între contrafișă și pană - prin chertare cu prag frontal, fiind asigurată suplimentar cu câte o prindere metalică.

În dreptul panii intermediare nodul este alcătuit din îmbinarea căpriorului, panii, cleștilor și a popului înclinat. Folosirea popilor înclinați se justifică prin aceea că poziția panelor nu corespunde cu planul peretelui portant. În cleștii care leagă partea superioară a popilor comprimați, datorită sarcinilor verticale apar eforturi de întindere.

Îmbinarea contrafișei longitudinale (alcătuite din dulapi) se face la popi, avându-se în vedere faptul că prinderea de pană ar fi dificilă.

Rezemarea popilor pe planșeul de beton armat, deasupra peretelui portant, se face prin intermediul unor tălpi scurte. Solidarizarea popilor pe talpă se realizează cu piese metalice, iar între popi și clești cu contrafișe.

Talpa scurtă se ancorează pe planșeu, pentru a evita deplasarea la forțe orizontale (cutremur, vânt puternic).

La streășină, pana (cosoroaba) se fixează de tălpi, care au și rolul de a proteja împotriva umidității.

În lungul șarpantei, stabilitatea se asigură cu ajutorul contravântuirilor, sub formă de diagonale din dulapi, fixate de popi. Aceste contravântuiri vor lega două sisteme de rezistență (scaune), având înclinarea față de orizontală mai mare de 1/1,5.

Scaunul drept este alcătuit din pana de coamă, popul central și contrafișa longitudinală. Prin acest sistem, pana de coamă își descarcă sarcinile exterioare la structura portantă (fig.24.4).

Panele intermediare și popii oblici realizează un scaun oblic, care, împreună cu arbaletrierii contravântuiți, constituie cel de-al doilea sistem de rezistență, prin care sarcinile de la panele intermediare ajung la planșeul de beton armat.

Cei trei popi se descarcă prin intermediul unor tălpi ce se pozează între niște reborduri din beton armat, lăsate în planșeu. Tălpile sunt ancorate de planșeu cu bride, iar popii sunt prinși de tălpi cu piese metalice. Acești popi comprimați sunt solidarizați deasupra reazemului central, cu un clește alcătuit din două scânduri.

Din lemn rotund se execută: popii, arbaletrierul și contrafișele între popul central și pana de coamă, iar celelalte două sunt alcătuite din contravânturile în diagonală în planul arbaletrierilor.

Șarpante cu macaz. Sistemul de rezistență al șarpantei cu macaz este constituit din bare care servesc la transmiterea sarcinilor din pane spre pereții portanți ai clădirii.

Utilizarea șarpantei cu macaz se obișnuiește la clădiri fără pereți interiori, descărcarea putându-se realiza numai la pereții exteriori.

În funcție de alcătuirea barelor, se deosebesc:

- macaz simplu pentru deschideri mai mici de 8 m;
- macaz dublu pentru deschideri de la 8 m la 12 m.

Șarpanta cu macaz simplu este alcătuită din căpriori, care reazemă pe pane de coamă și de streșină. Sarcina

din pană de coamă se descarcă prin intermediul montului vertical și al arbaletrierilor la pereții exteriori. Montantul central este comprimat până la legătura cu arbaletrierii, iar de la această legătură în jos este întins. Talpa este suspendată de acest montant central, pentru a micșora deschiderea de încovoiere a tălpii sub greutatea proprie.

Șarpanta cu macaz dublu e alcătuită din căpriorii care descarcă pe panele intermediare și pe panele de streșină. La rândul lor, panele intermediare transmit sarcinile la zidurile portante exterioare prin intermediul sistemului alcătuit din: montanți, arbaletrieri și traversă orizontală. Prin aceste elemente comprimate (montantul până la nivelul prinderii cu arbaletrierii), se scurg eforturile spre elementele portante ale clădirii.

În lungul șarpantei, rigidizarea se realizează prin contrafișele între montantul central și pana de coamă la macazul simplu, iar la cel dublu prin contrafișele între panele intermediare și montanți.

În unele cazuri, la deschideri sporite, căpriorii trebuie rezemați, în afară de panele intermediare, și pe pană de coamă.

Popul central care preia sarcinile panii de coamă se va descărca împreună cu panele intermediare în traversa orizontală. Sarcinile vor ajunge la structura portantă prin intermediul arbaletrierilor.

Rezolvarea încheierii șarpantelor cu mai multe plane înclinate se face în funcție de structura de rezistență a șarpantei.

Planul înclinat frontal are căpriorii pozați după linia de cea mai mare pantă. Căpriorii se vor întâlni perechi pe linia de coamă și dolie. Aceste linii sunt marcate pe grinzi (căpriori de coamă sau dolie) pe care reazemă căpriorii.

Căpriorii de coamă sau dolie sunt încărcăți cu sarcini de pe cele două plane înclinate adiacente. Așadar, acești căpriori au deschideri și încărcări mai mari decât căpriorii curenți.

Principii de calcul al șarpantelor

Verificare de rezistență. Asteriala. Elementele asterialei se verifică din punct de vedere al rezistenței și al rigidității, ca grinzi continue pe două deschideri.

Sarcinile care solicită așteriala sunt: acțiuni permanente, acțiuni din zăpadă și încărcarea concentrată a unui om cu unelte în poziția cea mai defavorabilă (fig.24.5).

Aceste acțiuni se iau în calcul în următoarele grupări:

- acțiunea permanentă și din zăpadă;
- acțiunea permanentă și sarcina concentrată (80 daN un om cu unelte);
- acțiunea permanentă, presiunea vântului și jumătate din încărcarea zăpezii.

Încărcările ce acționează așteriala (acțiuni gravitaționale) se descompun după direcția normală și în planul ei.

Deci așteriala se va verifica la încovoiere oblică cu componenta normală a încărcărilor (încărcarea din învelitoare, din greutatea proprie a asterialei, din zăpadă sau încărcare concentrată).

Așteriala din șipci ca și cea din scânduri se verifică la încovoiere oblică. Verificarea de rezistență (în cele trei grupări de acțiune) se realizează cu relația:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_{xn}} + \frac{M_y}{W_{yn}} \leq \sigma_{ai} \quad (24.1)$$

În această relație x,y sunt axele în jurul cărora se rotește momentul și față de care se calculează W; n indică specificația.

Căpriorii sunt rigle de lemn pe care se descarcă așteriala; la rândul lor reazemă pe pane. Pentru ca așteriala să aibă grosimi rezonabile, căpriorii se vor poza la interax de 70...90 cm.

Verificarea căpriorilor se face considerându-se grinzi continue cu 2 sau 3 deschideri. La șarpantele fără pană de creastă, căpriorii vor fi considerați o grindă continuă (sau simplu rezemată), cu consolă (fig.24.5).

Asupra căpriorilor vor acționa următoarele încărcări: permanente, din zăpadă, din vânt și forța concentrată (greutatea unui om cu unelte).

Deschiderile de calcul ale căpriorilor se vor considera distanțele între pane. Încărcările aferente unui căprior se vor

Schemele de calcul ale elementelor șarpantei din lemn.

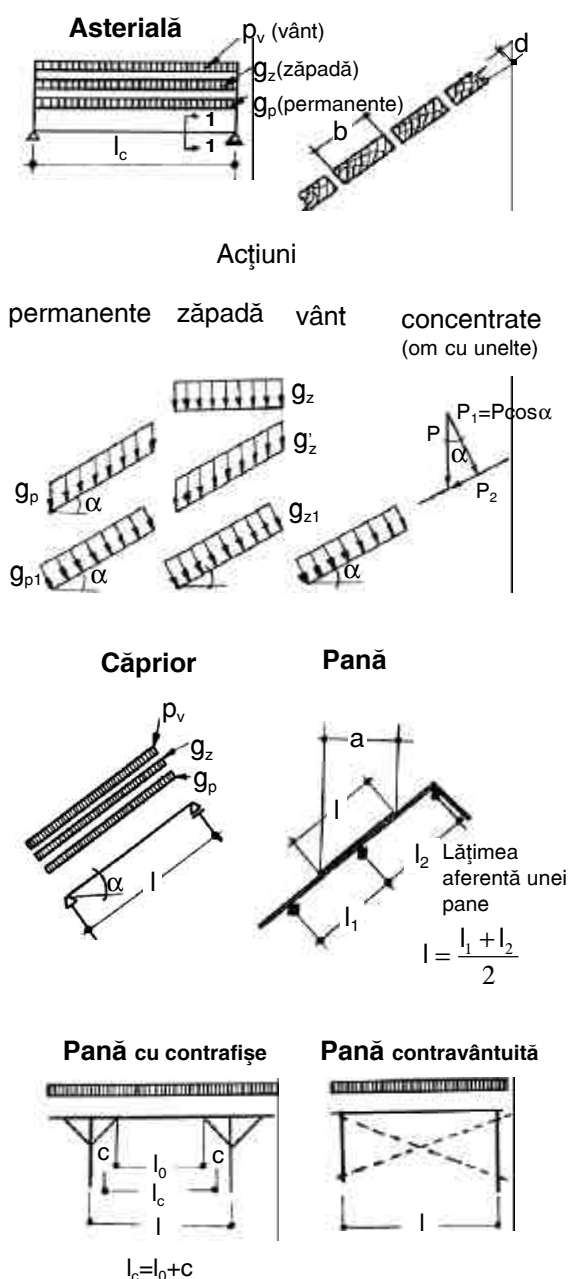


Fig.24.5 Scheme de calcul pentru elementele șarpantei din lemn

calcula pe o lățime egală cu deschiderea de calcul a așterialei.

Încărcările ce acționează asupra căpriorilor se decompun după o direcție normală și longitudinală în raport cu aceștia. Componentele longitudinale se neglijează, fiind mici în comparație cu cele normale, care produc încovoierea căpriorilor. Verificarea de rezistență a căpriorilor presupune relațiile:

la încovoiere

$$\sigma_x = \frac{M_z}{W_{zn}} \leq \sigma_{ai} \quad (24.2)$$

la forță tăietoare

$$\tau = \frac{T_y S_{z(y)}}{b_{(y)} I_z} \leq \tau_{ai} \quad (24.3)$$

Semnificațiile din aceste relații sunt identice cu cele folosite în rezistența materialelor.

Panele se alcătuiesc, în general, din grinzi ecarisate sau din dulapi. Îmbinarea panelor se realizează prin chertare oblică și dornuri.

Ca schemă statică, panele pot fi: grinzi simplu rezemate, grinzi cu console sau grinzi continue (fig.24.5).

Pana este încărcată cu sarcini concentrate, care reprezintă reacțiunile din căpriori. Încărcările aferente unei pane se vor determina pe o lățime egală cu semisuma deschiderilor căpriorilor.

Panele cu contrafișe înclinate vor avea deschiderea de calcul mai mică decât distanța între popi cu 20% din această lungime.

Panele se calculează la încovoierea simplă (pana în poziție verticală) sau

oblică (pana în poziție oblică), în funcție de poziția axei principale a secțiunii paniei.

Forțele ce acționează asupra paniei se descompun după direcția axelor principale ale secțiunii transversale.

Popii se execută, pe cât e posibil, din lemn rotund. Se îmbină cu panee prin chertare și piese metalice.

Aceste elemente ale șarpantei se calculează la compresiune cu flambaj (considerându-se A_{br}) și se verifică la compresiune simplă în secțiunile slăbite (A_{net}).

Lungimea de flambaj a popilor se consideră egală cu lungimea lor reală.

Verificarea la compresiune cu flambaj se realizează cu relația:

$$\sigma = \frac{N_c}{\varphi A} \leq \sigma_{ac} \quad (24.4)$$

în care: A aria secțiunii de calcul a barei.

Pentru secțiuni fără slăbiri sau cu slăbiri care nu ies la margine și la care aria acestora nu depășește 25% din secțiunea brută se consideră $A=A_{br}$.

Pentru secțiuni cu slăbiri care nu ies la margine dar la care aria acestora depășește 25% din secțiunea brută se consideră $A=4/3A_{net}$.

Coeficientul de flambaj se calculează cu relațiile:

$$\varphi = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad \lambda \leq 75 \quad (24.5)$$

$$\varphi = \frac{3100}{\lambda^2} \quad \lambda \geq 75 \quad (24.6)$$

$$\lambda = \frac{l_f}{i_{\min}} - \text{coeficient de zveltețe ce nu}$$

poate depăși valorile admisibile.

l_f lungimea de flambaj.

Verificarea la rigiditate. Elementele șarpantei, în afară de calculul de rezistență, se vor verifica și la deformații. Această verificare este necesară la elementele șarpantei de lemn pentru a nu avea sub încărcări deformații ce depășesc săgețile limită (la așterială, $f_{ef} \leq 1/150$; la căpriori și panee, $f_{ef} \leq 1/120$).

Verificarea la rigiditate a așterialei presupune compararea sumei vectoriale după x și y cu săgeata admisibilă:

$$f_{ef} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_a \quad (24.7)$$

Grinzi cu zăbrele din lemn

Grinzile cu zăbrele de lemn sunt elemente de construcție alcătuite din bare, care se întâlnesc în puncte denumite noduri.

Grinzile cu zăbrele sunt alcătuite din bare pe contur (tălpi), bare verticale (montanți) și bare înclinate (diagonale).

Distanța între două noduri consecutive definește un panou al grinzii cu zăbrele.

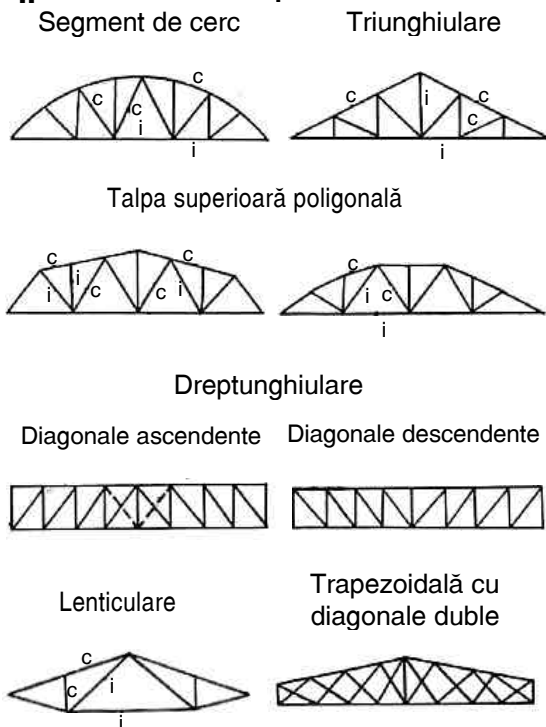
Barele grinzilor cu zăbrele sunt sollicitate, de obicei, la eforturi axiale de compresiune și întindere.

Forma conturului grinzii cu zăbrele și sistemul de zăbrele vor influența asupra naturii eforturilor (compresiune sau întindere) și asupra mărimii lor.

Conturul grinzilor cu zăbrele poate fi: sub formă de segment de cerc,

Grinzi cu zăbrele

I. Tipuri



II. Scheme statice și diagrame de eforturi

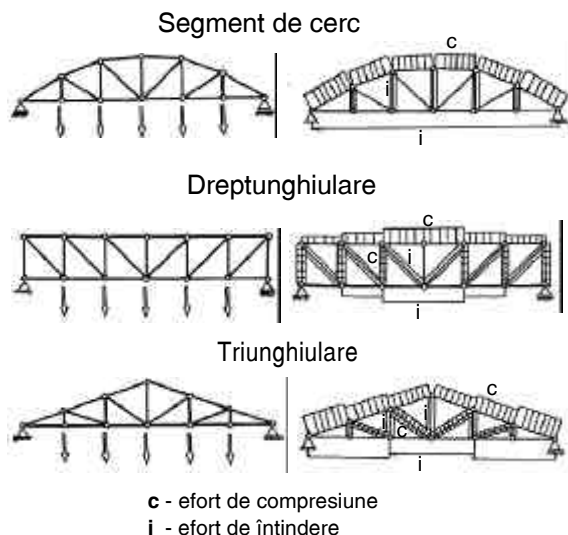


Fig.24.6 Grinzi cu zăbrele din lemn.
Tipuri. Scheme statice.
Diagrame de eforturi

poligonal, triunghiular și dreptunghiular (fig. 24.6).

Fermele în segment de cerc prezintă avantajul că eforturile din panourile tăpii superioare au valori apropiate (talpa superioară are conturul apropiat de forma curbei de presiune), iar în zăbrele eforturile sunt relativ mici.

Forma grinzilor cu zăbrele triunghiulare și dreptunghiulare este dezavantajoasă, din cauza variației mari a eforturilor din bare (talpa superioară se abate mult de la curba de presiune). Spre exemplu: la grinzile triunghiulare, eforturile în tăpi se micșorează mult de la margine spre mijloc, iar cele dreptunghiulare invers. Eforturile în zăbrele la grinzile triunghiulare vor crește spre mijloc, iar cele dreptunghiulare invers (fig.24.6).

Grinzile poligonale se situează, din punct de vedere al stării de eforturi din bare, între grinzile triunghiulare și cele dreptunghiulare. Panourile cele mai solicitate, la grinzile poligonale, sunt cele de la mijlocul deschiderii.

Alături de forma conturului grinzilor cu zăbrele, și sistemul zăbrelelor influențează asupra naturii eforturilor.

La grinzile triunghiulare, barele descendente sunt comprimate, iar cele ascendente - întinse; la diagonalele grinzilor dreptunghiulare și poligonale natura eforturilor este inversă față de a celor triunghiulare.

Folosirea barelor descendente este avantajoasă în cazul formelor dreptunghiulare, pentru că barele, lungi,

sunt întinse (diagonale), iar cele scurte (montanți) comprimate (fig.24.6).

Barele ascendente se recomandă a fi folosite la grinzile triunghiulare, unde barele lungi, înclinate, sunt întinse.

Pentru alegerea tipului de grindă cu zăbrele, trebuie analizate:

- cerințele de exploatare și întreținere;
- un calcul tehnico economic comparativ;
- ponderea elementelor auxiliare (pane, așternut) poate ajunge până la 70 %;
- posibilitatea de execuție (prefabricarea sau mijloace simple, pe șantier);
- forma tălpii superioare, care influențează asupra consumului de lemn (cele mai ușoare sunt grinzile în segment de cerc; cele triunghiulare sunt de două ori mai grele);
- materialul de învelitoare; plăcile ceramice și de azbociment, spre exemplu, necesită grinzii cu talpa superioară rectilinie grinzii triunghiulare.

Alcătuire constructivă. Grinzile cu zăbrele din lemn se împart în panouri, a căror lungime se ia astfel, încât coeficientul de subțirime (al tălpii superioare) să fie în limite acceptabile.

Înălțimea grinzilor este influențată de:

- natura învelitorii care impune panta minimă;
- rigiditatea generală la încovoiere a grinzii.

La talpa superioară comprimată, elementele de lemn se îmbină cap la

cap cu ajutorul ecliselor; rosturile de îmbinare se pozează la o distanță față de nod de $1/4 \dots 1/5$ din lungimea panoului pentru a nu fi influențată de flambaj.

În cadrul tălpii inferioare, îmbinarea se realizează la noduri, cu eclise și buloane.

Panele care transmit sarcinile la grinzii se vor amplasa în noduri.

Dacă, din necesități funcționale, trebuie prevăzut tavan suspendat, acesta se prinde de nodurile tălpii inferioare.

În zonele expuse umidității, elementele de lemn ale nodurilor de reazem trebuie antiseptizate.

Traveea, la grinzile cu zăbrele din lemn, se alege astfel încât paneele să rezulte cu dimensiuni raționale.

Calculul grinzilor cu zăbrele. Încărcările din greutatea învelitorii, zăpadă și vânt vor acționa asupra grinzilor, fiind transmise prin paneele în nodurile tălpii superioare.

Greutatea proprie a grinzii se repartizează, pentru calcul, la toate nodurile.

Determinarea eforturilor în bare se face în următoarele ipoteze:

- barele sunt înlocuite prin axele lor (axe ce trec prin centrul de greutate al secțiunii);
- barele sunt considerate articulate în extremități;

Grindă cu zăbrele mixtă (lemn, metal)

Schema grinzii

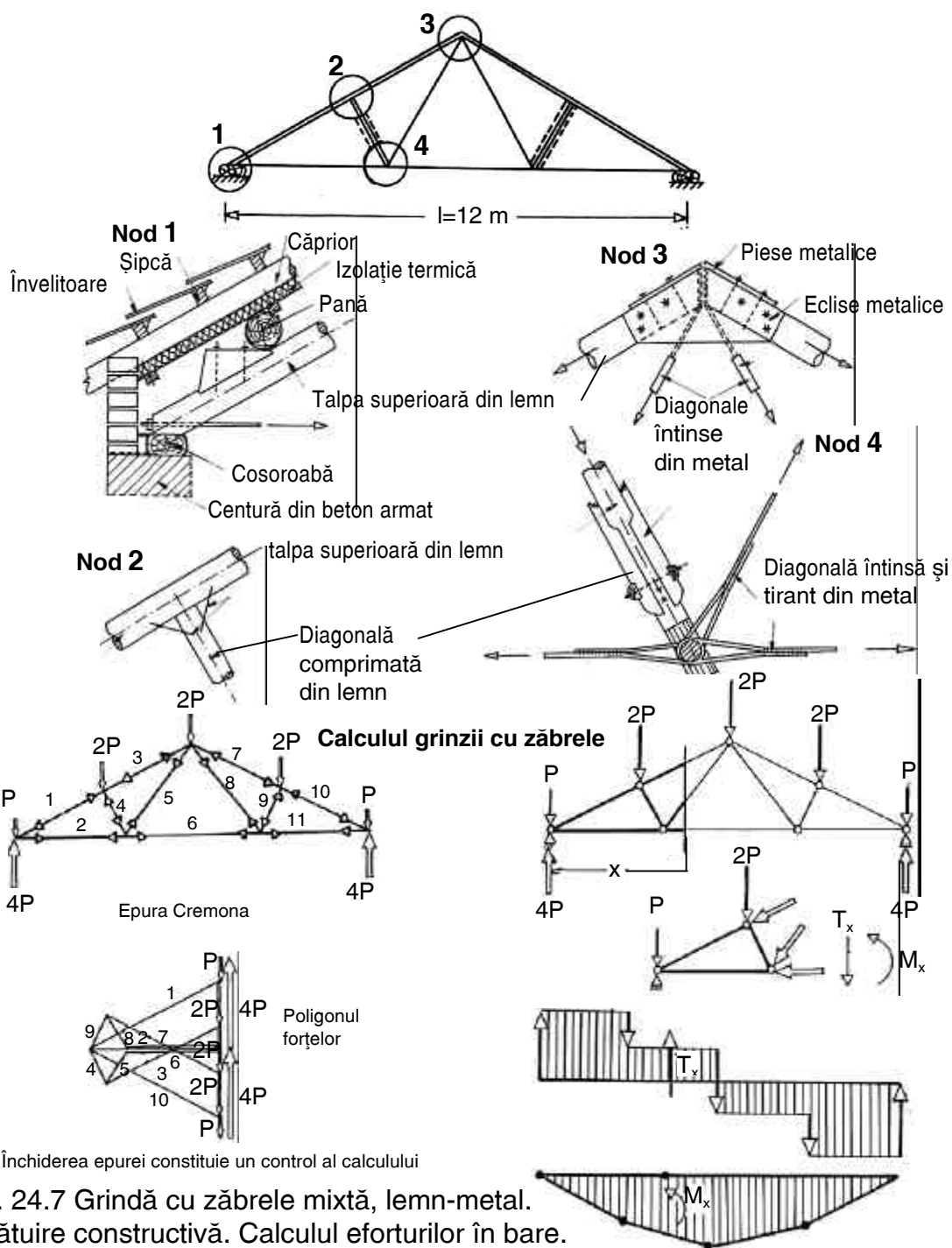


Fig. 24.7 Grindă cu zăbrele mixtă, lemn-metal.
Alcătuire constructivă. Calculul eforturilor în bare.

- încărcările acționează ca forțe concentrate în dreptul nodurilor.

Pentru diferite scheme de încărcare, cu ajutorul metodei Cremona, din statica grafică, se determină eforturile în bare. Această metodă asigură suficientă precizie, este rapidă și dă posibilitatea unui control sistematic.

Pentru dimensionare, este necesar să se însumeze aceste eforturi în funcție de grupările, cele mai defavorabile posibil, de încărcări simultane.

Dimensionarea se începe cu panourile cele mai solicitate, continuându-se cu restul barelor; acestea vor fi corectate după definitivarea îmbinărilor nodurilor, care influențează mult asupra dimensiunilor barelor.

La barele comprimate, lungimea de flambaj se consideră distanța între centrele de greutate ale nodurilor.

Grinda triunghiulară mixtă are talpa superioară formată din bile de lemn, iar cea inferioară - din bara de oțel beton (fig.24.7).

Grinzile triunghiulare mixte prezintă o serie de avantaje, care le-au conferit atributul de aplicabilitate mare:

- folosirea adecvată a proprietăților mecanice ale materialelor; talpa superioară comprimată se execută din bile de lemn cu conicitate naturală, având și secțiunea variabilă funcție de efort, iar talpa inferioară întinsă - din metal;

- siguranță mărită în exploatare;

- tehnologia de execuție simplă (cu mijloace simple, pe șantier), având un număr mic de tipuri de noduri;

- posibilitatea reglării eforturilor în bare, cu ajutorul piulițelor în noduri sau la manșoanele tiranților.

Grinzile triunghiulare mixte folosesc lemnul rotund la talpa superioară și diagonale, iar pentru diagonalele întinse și talpa inferioară - bare din oțel beton.

Îmbinarea elementelor din lemn rotund (talpa superioară) și a celor din oțel beton (talpa inferioară, diagonale întinse) se face prin intermediul unor piese metalice, care repartizează pe o suprafață mai mare eforturile de strivire.

Îmbinarea tălpii superioare și a diagonalei comprimate se realizează prin chertare și piese metalice, iar cea a tălpii inferioare (întinse), cu diagonala comprimată și cu cea întinsă se efectuează cu ajutorul unui bolț și al unor piese metalice speciale.

Eforturile în talpa inferioară și diagonalele întinse pot fi reglate la montaj și în timpul exploatării, cu ajutorul unor manșoane.

Stabilitatea în lungul acoperișului este asigurată de contravântuirile din planul tălpii superioare și din planul diagonalei comprimate.

În cazul în care se prevede izolație termică, aceasta se fixează la partea inferioară a căpriorilor, peste care se pozează șipicile suport al învelitorii.

Calculul eforturilor se poate efectua prin metoda separării nodurilor, iar

controlul se poate realiza prin epura Cremona (fig 24.7).

Schema grinzii este o însumare de triunghiuri, care sunt sisteme nedeformabile (pentru a putea varia unghiurile, trebuie modificate lungimile laturilor). Calculul de rezistență a barelor se face în funcție de alcătuirea secțiunii (lemn sau metal) și de solicitare.

24.3. ÎNVELITORI PENTRU ACOPERIȘURI CU SUPRAFEȚE PLANE ÎNCLINATE

Învelitorile ceramice

Aceste învelitori utilizează, în general, la clădiri civile și agrozootehnice cu acoperișurile alcătuite din suprafete plane înclinate, cu panta accentuată. (fig. 24.8)

La aceste acoperișuri, spațiul mare de aer între planșeul superior și învelitoare are o funcțiune higrotermică importantă în stabilirea bilanțului termic al clădirii și în comportarea învelitorii sub acțiunea factorilor climatici.

Materialele ceramice folosite la învelitori sunt: țiglele solzi, țiglele profilate trase, olanele de coamă.

Țiglele solzi se fabrică prin tragere în filiere, având o formă plană, cu unul sau două ciocuri de prindere.

Acest tip de țigle se pot așeza pe acoperiș simplu sau dublu, în funcție de gradul de importanță a clădirii și de gradul de impermeabilitate la precipitații.

Țiglele vor rezema, prin intermediul ciocurilor, pe șipci, pozate la 15 cm - în

cazul în așezării simple și la 25 cm - în cazul așezării duble (fig. 24.8).

Datorită gradului de etanșeitate, la învelitoarele de țigle așezate dublu se va micșora panta acoperișului.

Pozarea țiglelor solzi pe acoperiș se face astfel, încât să rezulte o țesere; la așezarea simplă, rosturile normale pe creastă sunt acoperite prin decalare de la un rând la altul, iar la așezarea dublă se decalează cele 2 straturi în cadrul aceluiași rând.

Prinderea suplimentară a țiglelor solzi cu sârmă zincată se realizează atunci când există pericolul smulgerii lor de către vânt.

Olanele de coamă se fabrică prin presare și se utilizează pentru închiderea muchiilor acoperișului. Aceste piese ceramice semitronconice care se suprapun, se fixează de țiglele solzi cu mortar.

Doliile se etanșează cu tabla zincată care se pozează pe așteriala de scânduri.

Țiglele profilate au formă dreptunghiulară. Sunt prevăzute cu jgheaburi laterale, cu ajutorul cărora se îmbină cu țiglele vecine, prin simplă petrecere a marginilor (fig.24.8).

Datorită secțiunii cutate (modulul de rezistență mărit), crește suprafața utilă a țiglei, măbind, prin urmare, distanța dintre șipci la 32 cm și micșorând, în final, greutatea învelitorii (comparativ cu cea din țiglele solzi).

În plus față de rezistența sporită, aceste țigle profilate asigură o scurgere

Învelitori ceramice

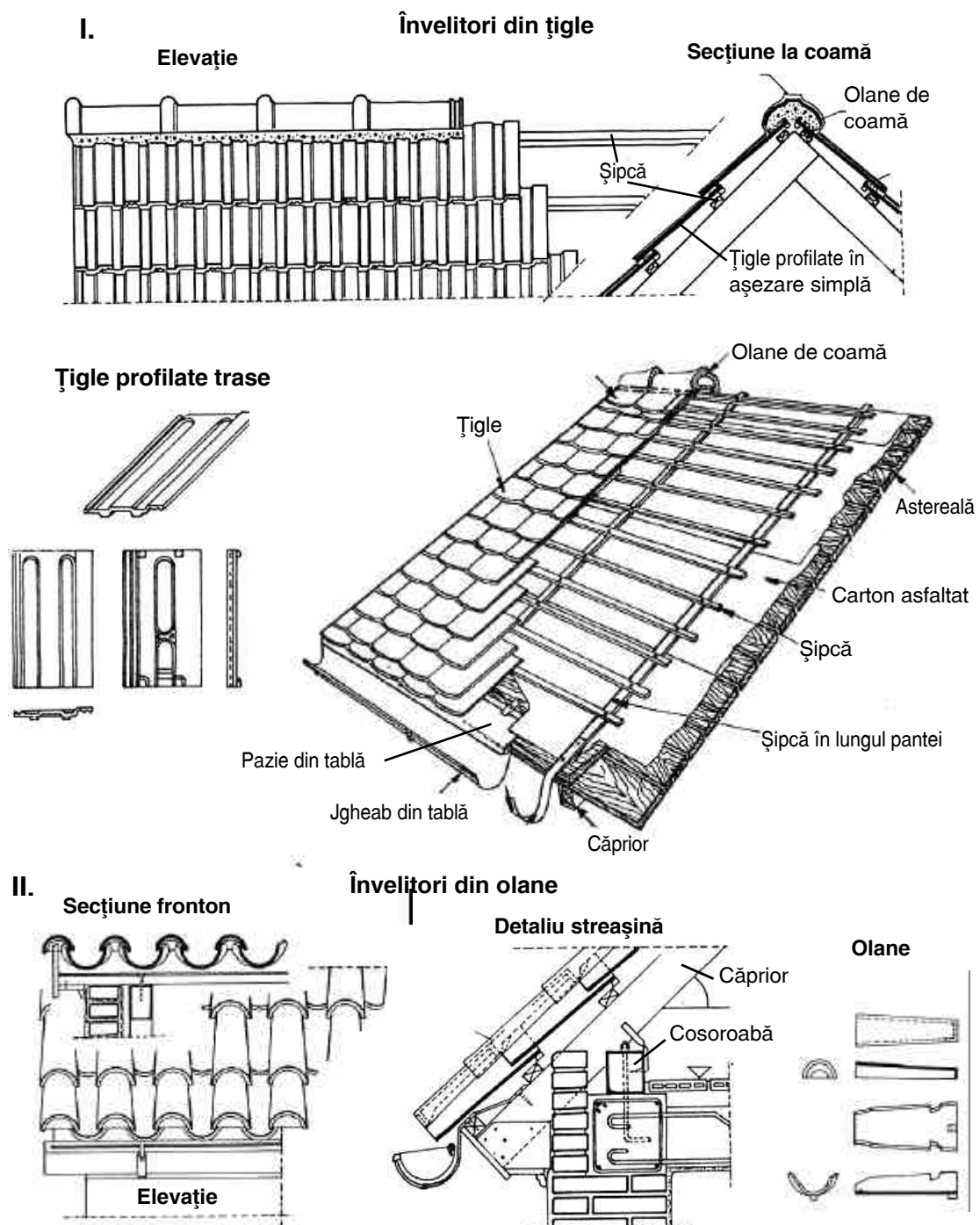


Fig. 24.8 Învelitori ceramice. Învelitori din țigle (I.). Învelitori din olane (II.)

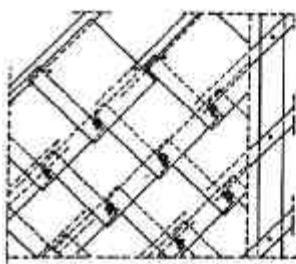
Învelitori din plăci de azbociment

Plăci plane

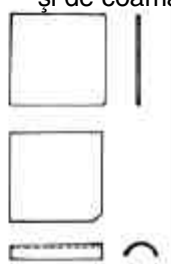
Suportul învelitorii



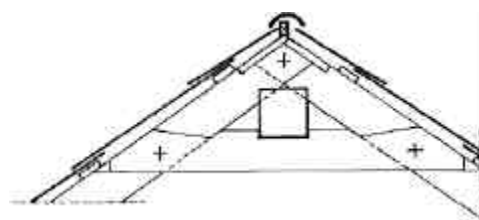
Elevație învelitoare



Plăci curente
și de coamă



Racordare la coamă

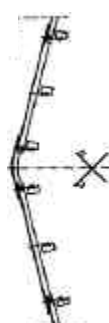


Plăci ondulate

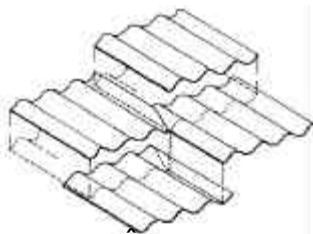
Elevație



Secțiune



Pozare plăci



Prinderea plăcilor

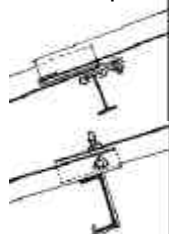


Fig. 24.9 Învelitori din plăci de azbociment, plane și ondulate

foarte bună a apelor meteorice, prin jgheaburi formate de profile.

Olanele ceramice sunt piese semitronconice, care se fabrică pe cale umedă, prin presare în tipare (fig.24.8).

Acest tip de învelitori grele se folosește în zone cu vânturi puternice. Panta învelitorii cu olane este cea mai redusă, privită comparativ cu panta învelitorilor ceramice în general.

Suprapunerea olanelor din rândul superior (capace) peste cele din rândul inferior (jgheaburi) se realizează pe un strat de mortar (fig.24.8).

Îmbinarea olanelor se face astfel ca partea îngustă a olanelor capace să se suprapună părții late, așezate spre coamă, a olanelor - jgheaburi.

Învelitori din azbociment

În compoziția azbocimentului intră 80% ciment și 20% azbest.

Azbestul, produs mineral, se găsește în stare naturală în rocile zăcămintelor din minele de azbest, sub formă de fibre. Masa de minereu conține 5% azbest (fig.24.9).

În produsele de azbociment, fibra de azbest are rolul următor: de a prelua eforturile de întindere ce apar datorită sarcinilor exterioare, de a obține o elasticitate mai mare (fibrele de azbest se comportă ca o rețea elastică ce armează pasta de ciment).

Foile de azbociment se fabrică din straturi subțiri, obținute prin filtrarea masei lichide (de azbest-ciment-apă) prin cilindrii filtranți, prevăzuți, la suprafață cu o plasă de sârmă. Foile de

azbociment crude au proprietatea de a se mula în diferite forme datorită plasticității foi; așadar, pot fi fabricate foi ondulate.

Plăcile rezultate din mașina de format foi vor fi supuse, înainte de întărire, la o presare, în vederea măririi rezistențelor mecanice. Datorită presării (se elimină parțial apa), plăcile de azbociment capătă o rezistență la rupere din încovoiere mai mare, densitatea plăcilor crește, iar grosimea se reduce.

Azbocimentul se bucură de o largă utilizare la acoperișuri, ca învelitori, datorită unor avantaje:

- greutate proprie redusă;
- punere în operă - simplă, viteză de execuție mărită;
- determină realizarea unor pante reduse ce conduc la economii de materiale pentru scurgerea apelor de ploaie (jgheaburi, burlane), la utilizarea unui minim de suprafață acoperită pentru maximum de suprafață utilă;
- prețul scăzut, buna comportare în timp (aceasta determină obținerea de importante economii de întreținere);
- incombustibilitatea fapt datorat componențelor minerali;
- posibilitatea de remediere a eventualelor deficiențe, gradul ridicat de demontabilitate a lucrării.

Avându-se în vedere faptul că plăcile de azbociment sunt puțin elastice și fragile, nu este recomandată folosirea lor la învelitori expuse la șocuri, vibrații accentuate, circulație.

Plăcile de azbociment cu ondule mari au grosime redusă, forma în plan

dreptunghiulară, cu rezistență la rupere din încovoiere influențată de modulul de rezistență a plăcilor de azbociment ondulat se va monta pe reazeme la interax mai mare comparativ cu plăcile plane. (fig.24.9)

Fixarea plăcilor variază după natura panelor (de metal, lemn, beton) și după condițiile de exploatare ale clădirilor (cu trepidații, tasări inegale ale reazemelor, dilatări și contracții).

Fixarea plăcilor ondulate de reazeme se realizează cu ajutorul unor accesorii metalice zincate de montaj, ca: tije filetate, atașe articulate sau șuruburi pentru lemn (fig.24.9).

Etanșarea îmbinărilor la plăcile ondulate din azbociment se face cu rondele metalice cu guler și căpăcel din polietilenă stabilizată cu negru de fum (rondelele au rolul și de repartizare a efortului).

În cazul construcțiilor deschise (șoproane, peroane, hangare), piesele metalice de fixare a plăcilor de învelitoare vor fi verificate la smulgere.

Pozarea plăcilor de azbociment pe acoperiș se realizează prin suprapuneri în ambele sensuri. Petrecerile transversale (paralel cu paneele) au valorile minime funcție de pantă în zonele cu vânturi puternice, pentru a evita pericolul infiltrației apei, se folosesc cordoanele de chit. Petrecerile laterale (în lungul pantei) se situează în partea opusă vântului dominant.

Alături de plăcile curențe de azbociment ondulate, în alcătuirea acoperișurilor se folosesc piese speciale

de azbociment pentru racordări de calcane, pazii, străpungeri pentru coșuri, luminatoare.

Plăcile din azbociment ondulate cu termoizolație, sub formă de plăci autoportante din vată minerală, se folosesc la clădiri industriale încălzite (acestea necesită acoperișuri termoizolate).

Plăcile termoizolate autoportante sunt realizate din vată minerală.

Realizarea rezistenței necesare transmisiei termice se asigură prin alegerea unei grosimi de plăci corespunzătoare în urma unui calcul higrotermic. Plăcile autoportante din vată minerală pot fi rezemate sau suspendate pe pane.

Transmiterea sarcinilor, provenite din încărcarea acoperișului, la plăcile rezemate pe pane se realizează prin intermediul clemelor de montaj.

Spațiul între plăcile ondulate de azbociment și plăcile termoizolatoare autoportante se ventilează prin circulația liberă a aerului. Pentru a obține acest lucru, ondulele de la coamă și ștreășină sunt lăsate să comunice liber cu atmosfera (fig.24.9). Ventilarea acestui spațiu are ca scop evitarea condensului pe intradosul plăcilor ondulate de azbociment și a acumulării de umiditate în plăcile termoizolatoare.

Plăcile plane presate, din azbociment de la începutul acestui secol, poartă și denumirea de plăci Eternit - după numele firmei producătoare.

Aceste plăci plane au aceleași proprietăți ca și cele ondulate:

incombustibile, inoxidabile, imputrescibile, ușoare, impermeabile, nedeformabile, negelive (fig.24.9).

Plăcile plane se montează pe șipci sau pe așternuturi din lemn. În cazul montării pe așternuturi, se mai prevede și un strat de carton asfaltat.

Plăcile plane se pot monta pe acoperiș, simplu sau dublu. Acoperișurile din plăci de azbociment așezate într-un strat se execută cu plăcile rombice și, mai rar, cu plăci dreptunghiulare. Învelitorile duble sunt caracterizate de faptul că, în orice punct al acoperișului, se găsesc cel puțin două plăci suprapuse. Plăcile în montare dublă se așează în rânduri orizontale, cu rosturi alternante, având o foarte bună etanșeitate la intemperii. Petrecerea minimă a plăcilor de azbociment este prezentată în funcție de pantă, zona geografică, condițiile climatice și modul de fixare.

Învelitorile din tablă

Acestea se execută din foi de: tablă neagră, (oțel carbon obișnuit, laminat de cald), tablă zicală, tablă de plumb (la monumentele istorice).

Avantajele învelitorii din tablă sunt următoarele:

- durabilitatea;
- etanșeitatea;
- execuția ușoară;
- greutatea redusă.

Învelitorile pot fi clasificate după forma foi de tablă:

- învelitorii din tablă dreaptă (fig.24.11);

- învelitorii din tablă cutată sau ondulată (fig.24.10).

Învelitorile din tablă dreaptă se montează pe așterială. Între învelitoare și suport se prevede un strat de carton asfaltat, cu dublu rol: de a evita condensul pe suprafața interioară a tablei și de a atenua zgomotul din timpul ploilor (fig. 24.11).

Aceste învelitori se realizează, de obicei, din tablă zincată (care nu necesită măsuri de protecție contra coroziunii), ca de exemplu, tabla neagră, care se grunduește cu miniu de plumb, iar ulterior se vopsește pe ambele părți.

Îmbinarea prin falțuri a foilor de tablă are avantajul că permite deplasarea, datorită variațiilor de temperatură, și asigură evitarea perforării tablei. Falțurile orizontale (culcate spre streașină), care permit scurgerea apei, se execută paralel cu creasta. Falțurile verticale paralele cu linia de cea mai mare pantă sunt continue.

Fixarea tablei de așterială se realizează cu ajutorul copcilor, care se introduc între falțurile verticale după fixarea de așterială și se îndoaie împreună cu falțul.

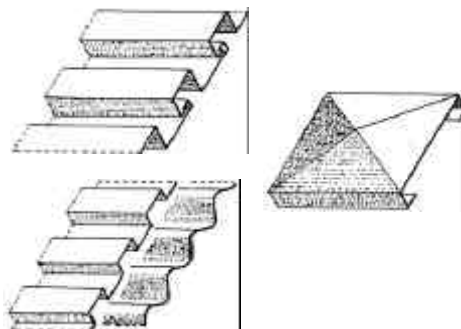
La dolii și streașină, se recomandă folosirea falțurilor duble.

Învelitoarea din plăci de tablă cutată sau ondulată se impune ca soluție avantajoasă din punct de vedere tehnico-economic, datorită faptului că realizează (fig. 24.10):

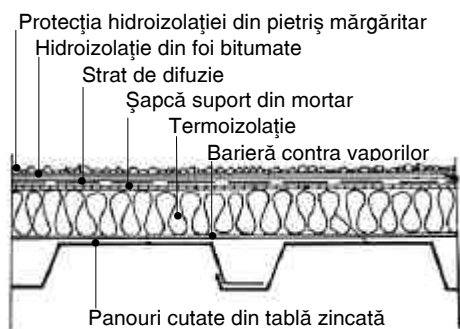
- acoperiș ușor;
- acoperișuri cu pante sub 20 %;
- versanți foarte lungi.

I. Învelitori din tablă cutată

Forme de tablă pentru mărirea rigidității



Acoperiș izolat termic cu învelitoare din tablă cutată



Fixarea tablei cutate pe pane metalice



Fixarea pe pană de lemn

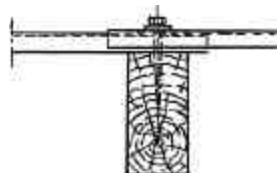
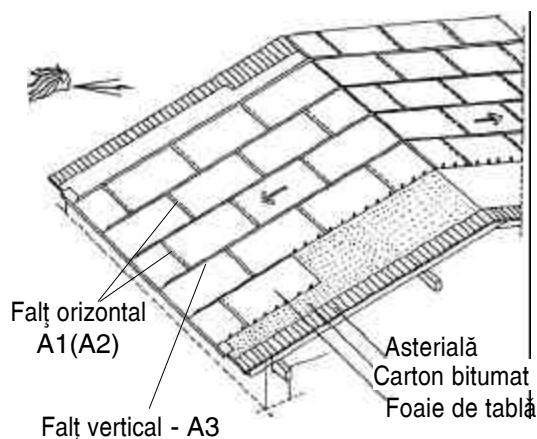


Fig. 24.10 Învelitori din tablă cutată sau ondulată.

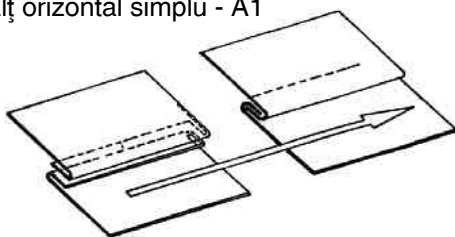
II. Învelitori din tablă dreaptă

Schemă de alcătuire

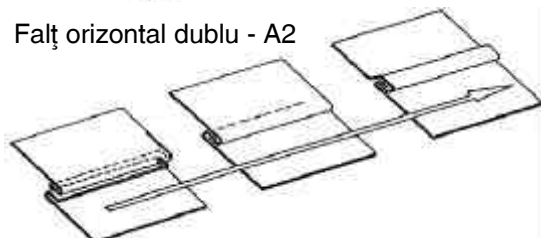


Sisteme de îmbinare

Falț orizontal simplu - A1



Falț orizontal dublu - A2



Falț vertical - A3

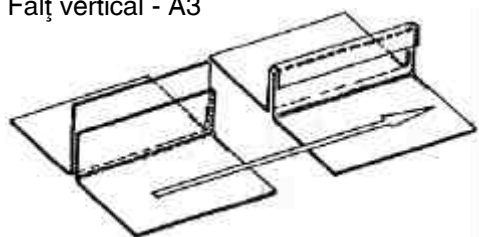


Fig. 24.11 Învelitori din tablă dreaptă.
Schemă de alcătuire. Sisteme
de îmbinare

datorită sensibilității la medii agresive chimice. Tabla ondulată sau cutată pentru învelitori se fabrică din foi de tablă zincată plană.

La executarea învelitorilor din tablă ondulată sau cutată, pentru fixarea lor pe pane și asamblarea panourilor de tablă, vor fi folosite procedee de asamblare ce permit, în general execuția lucrării de pe o singură parte, economisind schela interioară. Dintre aceste procedee, amintim șuruburile autofiletante.

Învelitorile de tablă cutată sau ondulată pot fi proiectate: neizolate termic sau termoizolate.

La clădirile industriale, se folosesc învelitorile din panourile de tablă cutată zincată termoizolată (fig. 24.10).

În afară de aceste straturi (suport și termoizolație), panourile mai presupun: protecția anticorozivă la suprafața superioară a panourilor, bariera contra vaporilor, șapa-suport a hidroizolației, stratul de difuzie (caton bitumat perforat), hidroizolația bitumată și stratul de protecție a acesteia (fig. 24.10).

Grosimea necesară a termoizolației se stabilește pe baza unui calcul termotehnic.

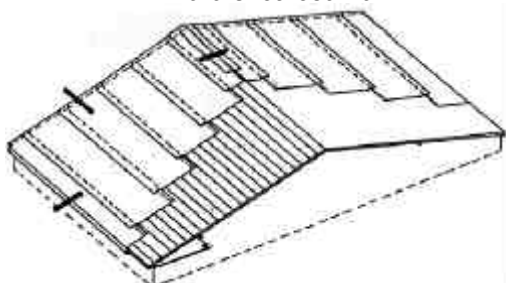
Învelitorile bitumate

Aceste învelitori sunt des utilizate, datorită următoarelor calități: grad de etanșeitate ridicat, poate îmbrăca orice formă de acoperiș, prețul de cost relativ redus comparativ cu alte învelitori, iar alcătuirea din straturi

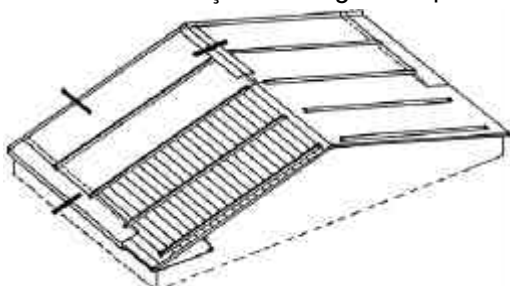
Învelitori bitumate

Dispunerea foilor de carton bitumat

Paralel cu coama



Paralel cu direcția de scurgere a apelor



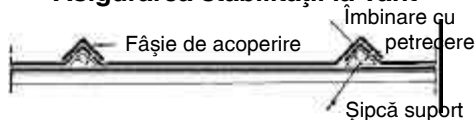
Etanșeitate la coamă



Racordarea învelitorii la dolie



Asigurarea stabilității la vânt



Terminația învelitorii la streșină

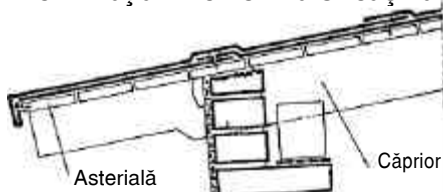


Fig.24.12 Învelitori din carton bitumat.
Dispunerea foilor. Detalii.

succesive ajută la corectarea neajunsurilor execuției manuale (fig.24.12).

Ca dezavantaje, se poate specifica rezistența redusă la acțiuni mecanice și la incendii.

Materialele folosite la acest tip de învelitori sunt pe bază de bitum.

Cartoanele bitumate se fabrică prin impregnare cu bitum, la cald, a unor cartoane materiale celulozice cu adaos din deșeuri textile. Aceste foi bitumate pot fi cu sau fără acoperire cu bitum și presărate cu agregate minerale fine.

Cartonul bitumat se ambalează în suluri, dintr-o singură foaie sau din două (C_{300} simplu impregnat; CA_{300} impregnat cu strat de acoperire; 300 g/m^2 masa suportului).

Pânzele bitumate se obțin prin impregnare cu bitum a unor țesături cu fire organice sau împâslitură cusută din fibre cu polisteri. Aceste materiale se produc în mai multe tipuri, ce se deosebesc după rezistența la tracțiune și modul de acoperire cu bitum. Împâslitura din fibră de sticlă bitumată se utilizează în locul cartonului bitumat, deoarece are un suport imputrescibil. Suspensia de bitum filerizat cu var hidratat se prepară din bitum cu punctul de înmuiere coborât, dispersat în apă cu ajutorul pastei de var.

Chitul de bitum filerizat cu var hidratat și de celuloză se prepară din suspensie de bitum filerizat, la care se adaugă fibre de celuloză.

Stratul suport al învelitorilor bitumate la acoperișuri poate fi: așteriala din scânduri, placa din beton armat la acoperișurile în pantă neizolate termic; betonul de pantă; șapa-suport din mortar de ciment nearmată sau armată, în funcție de rezistența stratului termoizolator; cu condiția ca acesta să suporte temperatura bitumului fierbinte fără a se degrada.

Execuția învelitorilor bitumate se poate realiza după două metode la cald și la rece.

Prin aplicare la cald, se înțeleg lucrările de hidroizolații ce se execută prin topirea bitumului și folosirea lui fierbinte la aplicarea directă sau atunci când se lipesc cu el cartoane sau pânze bitumate. Această metodă la cald este utilizată mai des datorită avantajelor pe care le prezintă; durată de execuție scurtă, sudarea perfectă a straturilor care se aplică succesiv, iar remediile se execută ușor și în timp scurt. Metoda la cald are și o serie de dezavantaje, și anume: necesită măsuri de protecția muncii la transportul și aplicarea bitumului fierbinte, utilaje și combustibil pentru topirea bitumului.

Aplicarea metodei la rece la lucrări de învelitori bitumate înseamnă întinderea cu peria a soluțiilor sau a suspensiilor de bitum la temperatura mediului ambiant.

Stratul se consideră finit în momentul când solventul din soluție sau apa din emulsie s-au eliminat complet. Avantajele metodei constau într-o

siguranță mai mare la execuție, pentru că se lucrează cu materiale la temperatură normală și nu necesită utilaje speciale.

Dezavantajele sunt următoarele: necesitatea unor măsuri speciale de depozitare a soluțiilor în solvenți organici (benzină); durata mare de execuție, având în vedere faptul că după fiecare strat aplicat trebuie să se aștepte evaporarea solventului.

La acoperișurile cu înclinare redusă se utilizează procedeul la cald, iar la pantele mai mari se folosesc procedeele la cald și la rece.

La acoperișurile cu înclinare redusă, foile bitumate se pot aplica perpendicular pe direcția pantei, iar la înclinări mai mari aceste foi se aplică paralel cu direcția pantei și cu petrecerile în sensul direcției vânturilor dominante.

După uscarea stratului de amorsaj, se trece la lipirea foilor bitumate. Pentru înlăturarea suprapunerilor, petrecerile straturilor învelitorii bitumate se vor intercala cu acelea ale straturilor lipite.

În cazul acoperișurilor cu pante mari, sunt necesare măsuri pentru prevenirea alunecării învelitorii:

- se va folosi un mastic bituminos cu punctul de înmuiere mai ridicat;
- când stratul suport este din așterială, foile bitumate se vor fixa cu șipci de lemn, bătute în cuie deasupra învelitorii; peste șipci se fixează cu mastic și bandă de carton bitumat;
- foile bitumate trebuie să aibă lungimi corespunzătoare, ajungând de la jgheab

la coamă, unde se va depăși prin suprapunere.

Numărul straturilor de hidroizolații se stabilește în funcție de importanța clădirii și panta de scurgere.

Accesorii ale învelitorii

Jgheaburile sunt canale deschise, confecționate din tablă zincată, amplasate la streșina acoperișului cu rolul de a colecta apele provenite din precipitații și de a le dirija, prin burlane, la canalizare (fig.24.13).

Cel mai frecvent folosite sunt jgheaburile cu secțiunea semicirculară, care sunt cele mai avantajoase pentru scurgerea apelor.

Secțiunea jgheabului se determină în funcție de suprafața acoperișului pe care îl deserveste.

În cazul jgheaburilor dreptunghiulare folosite în general din considerente arhitectonice, suprafața corespunzătoare de acoperiș se va majora cu 10 %.

Jgheaburile sunt prinse de streșină prin intermediul unor cârlige, alcătuite din oțel zincat.

Fixarea cârligelor se face în așternală sau căpriori, la acoperișurile de lemn; la cele din beton, fixarea se realizează prin intermediul diblurilor.

Jgheaburile sunt realizate cu pantă longitudinală și cu rosturi de dilatație.

Burlanele sunt tuburi verticale și înclinate, amplasate la dolie sau la o distanță de maximum 20 m, confecționate din tablă zincată (exterioare) sau din tuburi de fontă (interioare), care conduc apele din

Accesorii ale învelitorii

Jgheaburi

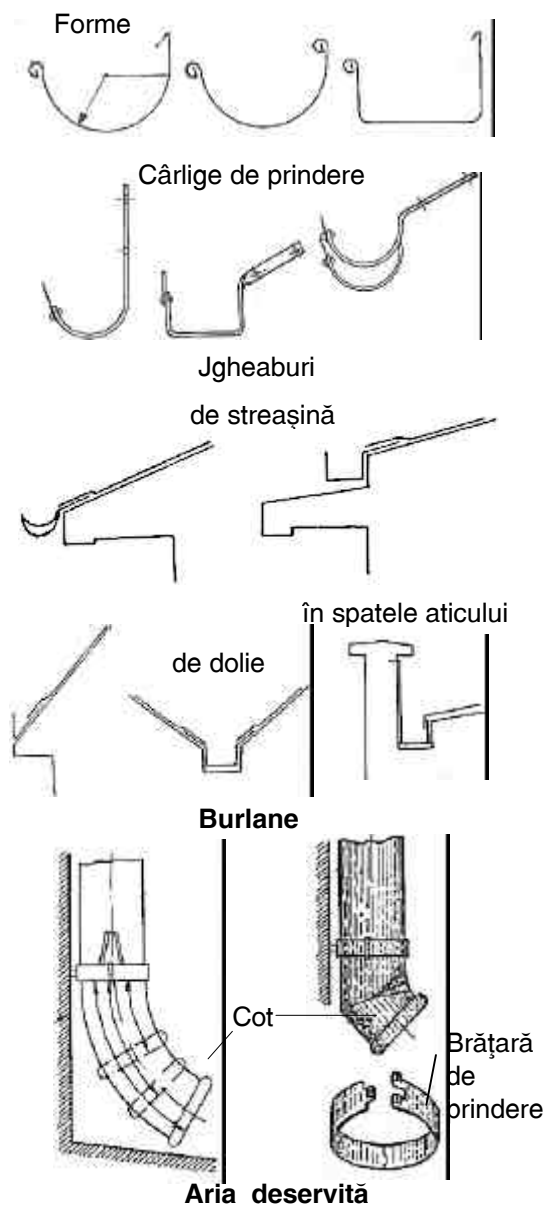


Fig.24.13 Accesorii ale învelitorii.
Jgheaburi. Burlane

precipitații la rețeaua de canalizare (fig.24.13).

Racordarea între burlan (în general, are secțiunea circulară) și jgheab se realizează cu o piesă specială, independentă de burlan, pentru a nu împiedica deplasările din variațiile de temperatură.

Burlanele se fixează pe pereți prin intermediul brățărilor inelare, alcătuite din oțel lat și o tijă ascuțită ce se introduce în pereți.

Secțiunea burlanului, care trebuie să evacueze apa de pe o anumită suprafață de acoperiș, este funcție de aria de acoperiș deservită (în proiecție orizontală).

Se recomandă ca evacuarea apei din burlan să se facă la rețeaua de canalizare; în cazul în care aceasta lipsește, evacuarea se face liberă în rigole. Clădirile cu acoperiș în pantă trebuie prevăzute cu jgheaburi și burlane, pentru a evita deranjarea circulației pe lângă clădiri, ca și deteriorarea fațadelor.

Reabilitarea termică a acoperișurilor cu pod

Îmbunătățirea comportării termice a planșeului de la acoperișurile cu pod se poate realiza prin pozarea unei izolații termice suplimentare la partea superioară sau inferioară a podului.

Amplasarea la partea superioară are avantajul unei execuții economice și nu afectează spațiul, care poate fi utilizat cu funcțiune de locuit. Izolația termică suplimentară la partea superioară se

aplică pe o barieră de vaporii (folie din material plastic), care se va mula și fixa pe planșeul existent, pentru realizarea unei etanșeități corespunzătoare. Barierea de vaporii se aplică pe partea caldă a termoizolației.

Izolația termică suplimentară se realizează cu saltele din vată minerală, care vor umple complet întreaga suprafață înclinată a acoperișului.

La streșină se va prevedea o gură de ventilație, pentru eliminarea vaporilor de apă.

Funcție de rezistențele termice necesare se pot utiliza și izolații termice, la partea superioară a planșeului de rezistență orizontal, din material granular (granulit, zgură) sau vată minerală protejată cu o șapă armată.

Izolația suplimentară se poate amplasa și la partea inferioară a planșeului, prin utilizarea unui tavan fals din plăci de ipsos carton fixat prin intermediul unei rețele metalice de planșeul de rezistență existent.

În cazul în care nu există o barieră de vaporii eficientă sau dacă rezistența termică a izolației suplimentare este mai mare decât o rezistență termică totală, noul tavan fals va fi prevăzut cu o barieră de vaporii pozată pe partea caldă a izolației.

Măsurile de izolare suplimentară a acoperișurilor cu pod vor conduce la o micșorare a curenților de aer și a căldurii pe suprafețele interioare, ceea ce înseamnă că temperatura aerului poate fi redusă fără a crea disconfort.

Măsurile de izolare termică suplimentară, pozate la suprafața interioară înclinată a acoperișului, are avantajul înzestrării clădirii cu o caracteristică favorabilă a absorbției zgomotului.

În schimb, aceste măsuri necesită o atenție deosebită la aspectele referitoare la protecția contra umezelii.

24.4. ACOPERIȘURI TIP TERASĂ

Acoperișurile cu pante reduse terase își găsesc, în arhitectura contemporană, largi domenii de aplicare, atât la clădiri de locuit, social-culturale, cât și la cele industriale (fig.24.14).

Adoptarea acoperișurilor-terasă, cu înclinarea mai mică de 6° sau 10,5 %, este determinată de rezolvarea tehnică, de economicitatea și aspectul arhitectonic al clădirii (fig.24.14).

Acoperișurile-terasă pot fi: circulabile sau necirculabile (fig.24.15).

În funcție de acțiunea fluxului de căldură, acoperișurile-terasă sunt denumite acoperișuri calde, deoarece învelitoarea este supusă direct fluxului de căldură, și acoperișuri reci, ce sunt izolate prin aerul cuprins în pod.

Acoperișurile, în general, peste încăperile încălzite, se pot grupa în:

- acoperișuri care nu cuprind straturi de aer ventilat (acoperișuri-terasă

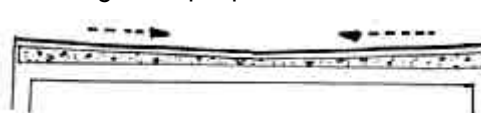
Acoperișuri tip terasă

Acoperiș cald neventilat

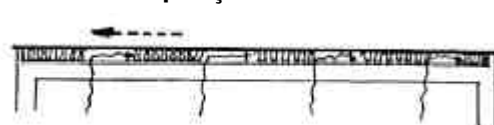
cu scurgerea apei în exteriorul clădirii



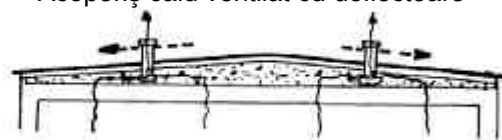
cu scurgerea apei prin interiorul clădirii



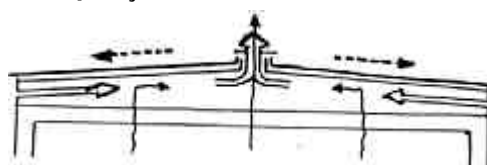
Acoperiș cald ventilat



Acoperiș cald ventilat cu defletoare



Acoperiș rece cu strat de aer ventilat



Acoperiș rece cu strat de aer ventilat pe înălțimea structurii de rezistență

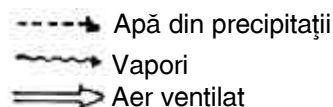
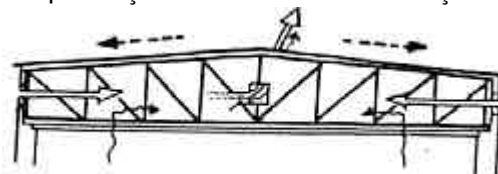


Fig. 24.14 Tipuri de acoperișuri. Scurgerea apei din precipitații. Evacuarea vaporilor de apă.

compacte și aerate de straturile de difuzie a vaporilor) (fig.24.14);

- acoperișurile care cuprind un strat de aer ventilat (acoperișuri-terasă cu canale sau acoperișuri cu pod tehnic ori pod folosibil fig.24.14).

Acoperișurile terasă trebuie astfel alcătuite încât să asigure evitarea deformării, fisurării planșeului și elementelor verticale portante, sub acțiunea diferențelor mari de temperatură (necesara limitarea acestora la 30°C) Se vor evita deformațiile mari în elementele secundare ce susțin învelitoarea, micșorând astfel etanșeitatea la aer și apă.

Asigurând acoperișul tip terasă contra fisurării, se va mări etanșeitatea la apă în timpul exploatării clădirii.

Concepția acoperișului terasă în ansamblu și în detalii (în zonele de evacuare, dolii) trebuie să asigure etanșeitatea la apă din precipitații.

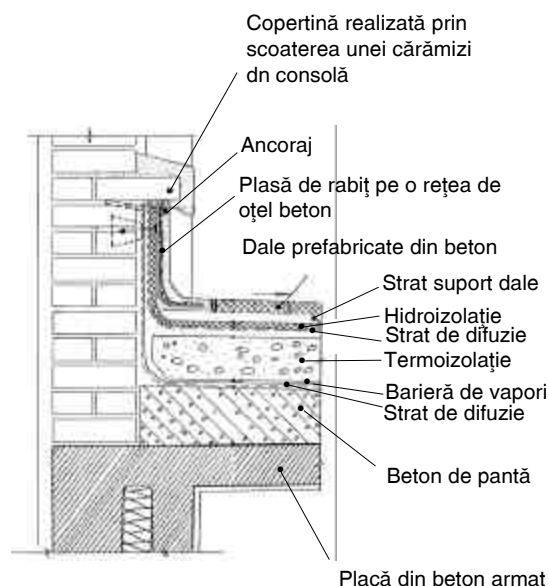
În vederea asigurării condițiilor de confort termic interior și pentru evitarea riscului de condens se va adopta o rezistență termică efectivă a straturilor componente acoperișului terasă mai mare ca rezistența termică necesară din condiția unor pierderi minime de căldură în vederea economisirii energiei în perioada exploatării.

Se va asigura umiditatea normală de exploatare prin evitarea condensului superficial și în interiorul acoperișului terasă.

Solicitările asupra acoperișurilor-terasă pot fi din exteriorul sau interiorul clădirii, și anume:

Clasificarea acoperișurilor tip terasă

Acoperiș terasă circulabilă



Acoperiș terasă necirculabilă

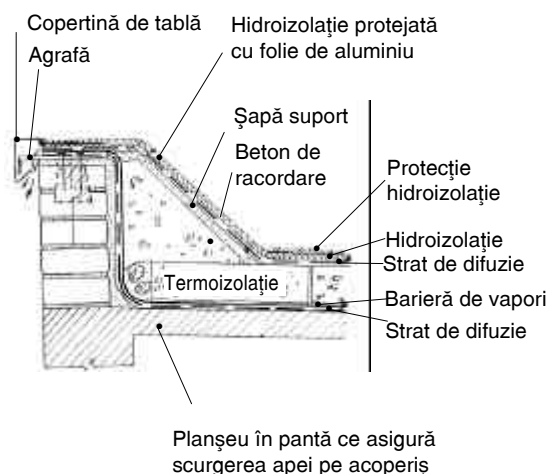


Fig. 24.15 Acoperișuri terasă circulabile și necirculabile. Elemente ce delimitează marginile acoperișurilor

- apa din precipitații;
- acțiunea razelor solare;
- variațiile de temperatură;
- acțiunea vântului și a zăpezii;
- acțiunea incendiilor;
- circulația ocazională (în timpul reparațiilor) sau permanentă a oamenilor;
- din interior, acționează umiditatea ridicată a aerului.

Acțiunea fluxului de căldură și ventilarea va clasifica acoperișurile în:

- acoperișuri reci, la care între straturile de izolație termică și izolație hidrofugă există un spațiu care poate fi utilizat sau activ ventilat; Aceste acoperișuri pot fi realizate și cu învelitoare discontinuă permeabilă la aer.
- acoperișuri calde, la care izolația hidrofugă face corp comun cu straturile inferioare ce îndeplinesc funcțiunea de izolare termică, pantă. Acoperișurile calde pot fi ventilate printr-o rețea de canale de aerare ce sunt în legătură cu atmosfera exterioară.

Comportarea higrotermică a acoperișurilor duble

Acoperișurile terasă, cu două membrane și cu interspațiu de aer ventilat, au calitatea de a fi durabile și sigure în exploatare în condițiile oricărui fel de climă și la umidități relative foarte mari (80...90%). Vaporii de apă ce difuzează din încăpere prin planșeu și stratul de termoizolație în interspațiul de aer vor fi evacuați în

exterior, pentru a nu condensa (fig.24.14).

Ventilarea naturală (deasupra izolației termice) a acoperișurilor duble este determinată de vânt și de diferențele de temperatură.

Comportarea favorabilă din punct de vedere higrotermic se reflectă în eliminarea pericolului de condens și micșorarea supraîncălzirii în timpul verii.

În timpul iernii, staționarea zăpezii pe acoperișurile cu învelitori discontinue acoperă rosturile, micșorând acțiunea de ventilare naturală și măbind izolarea termică.

Creșterea temperaturii conduce la topirea zăpezii și la reactivarea ventilării naturale.

La acoperișurile duble, ventilate, apar pierderi suplimentare de căldură datorită permeabilității la aer a materialelor termoizolatoare.

Rezistența la transfer termic a acoperișului ventilat se compune din rezistența termică a stratului de aer neventilat la care se adaugă raportul influențat de: căldura masică și densitatea aerului umed, viteza aerului, înălțimea și lungimea spațiului de ventilare.

Presiunea vântului și convecția termică vor influența circulația aerului în spațiul de ventilare. Viteza curentului de aer (acoperișuri orizontale) este direct proporțională cu aria orificiilor de intrare, viteza vântului și invers proporțională cu înălțimea stratului de ventilare.

Condensarea vaporilor de apă în stratul de aer ventilat sau pe suprafața

inferioară a învelitorii va fi influențată de temperatura aerului exterior la părăsirea stratului de ventilație și cea de pe suprafața superioară a învelitorii.

Ventilația se obține prin prevederea, în acoperiș a unor orificii pentru circulația aerului.

Orificiile de intrare și ieșire a aerului sunt în legătură cu atmosfera exterioară.

Asigurarea tirajului aerului se realizează prin: amplasarea orificiilor de intrare a aerului mai jos decât cele de la ieșire.

Aria orificiilor de la intrare trebuie să fie mai mare decât cele de la ieșire.

Dimensiunile spațiului de aer ventilat, orificiile de intrare și evacuare a aerului, vor fi influențate de:

- temperatura, umiditatea și viteza aerului;
- forma și panta acoperișului;
- distanța, diferența de nivel și poziția față de vântul dominant.

Acoperișul terasă cu două membrane are, așadar, așezat stratul de termoizolație fără barieră contra vaporilor pe prima membrană - planșeul ultimului etaj iar a doua membrană - planșeul acoperișului este suportul hidroizolației.

Acoperișuri calde tip terasă

Aceste acoperișuri au o alcătuire complexă, reazemă direct pe planșeul de rezistență și se prevăd cu izolații hidrofuge continue.

La acest tip de acoperiș, hidroizolația se amplasează peste stratul de

termoizolație, constituind o puternică barieră contra vaporilor, care au tendința de a condensa în interiorul termoizolației.

Pentru a împiedica pătrunderea vaporilor în stratul termoizolator, se va poza o barieră contra vaporilor la partea inferioară a acestui strat, urmărindu-se ca rezistența la permeabilitate a vaporilor straturilor de sub termoizolație să fie echivalentă cu cea a straturilor de deasupra.

Elementele componente ale acoperișului-terasă sunt (fig.24.16):

- planșeul, elementul de rezistență;
- beton de pantă (în cazul planșeului orizontal);
- stratul de egalizare, în special la structurile prefabricate;
- bariera de vapor;
- termoizolația;
- protecția termoizolației;
- suportul hidroizolației;
- hidroizolația;
- protecția hidroizolației;
- suportul pardoselii (acoperișuri circulabile);
- stratul de uzură.

În concordanță cu solicitările exterioare și interioare, cât și cu cerințele de ordin tehnic, acoperișurile-terasă pot avea diferite posibilități de rezolvare, prin combinații diferite ale elementelor componente enunțate.

Acoperișul-terasă este alcătuit din materiale cu caracteristici fizico-mecanice diferite.

Acoperiș tip terasă. Elemente componente

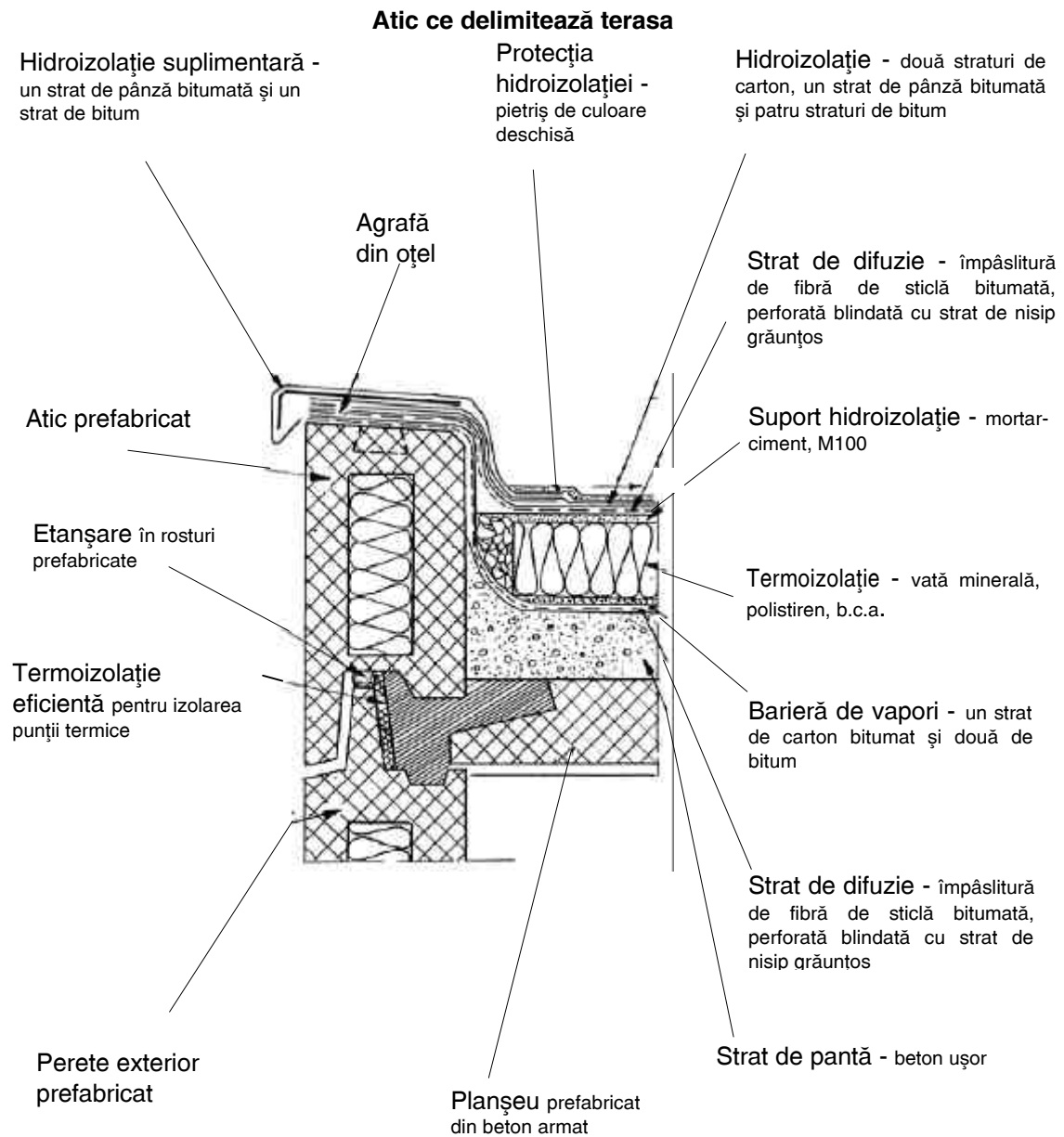


Fig. 24.16 Elemente componente ale acoperișului terasă. Detaliu de atic prefabricat.

Planșeul, elementul de rezistență al acoperișului-terasă, care preia încărcările permanente, climatice și utile, este alcătuit din beton armat monolit sau prefabricat.

Stratul de egalizare, care nivelează suprafața planșeului, se realizează din mortar de ciment sau din nisip grăunțos, bine nivelat.

Bariera de vapori se execută din: pelicule din vopsele pe bază de ulei de in, bitum tăiat aplicat în două straturi, folii din cartoane bitumate și împâslitură de sticlă bitumată lipite între două straturi de mastic bituminos sau folii de polietilenă sudate sau lipite cu adeziv.

Stratul de echilibrare a presiunii (strat de difuzie) se realizează din carton bitumat perforat blindat cu nisip grosier sau împâslitură din fibre de sticlă bitumată perforată, presărată și lipită pe o față cu nisip, iar pe cealaltă cu material granular (fig.24.17).

Stratul de difuzie a vaporilor mai poate fi alcătuit din: foi de carton bitumat sau de împâslitură bitumată, lipite cu mastic bituminos în ștraifuri sau puncte; din cartoane de construcție gofrate (cu falțuri) sau cartoane ondulate cu aerare prin ondule.

Stratul termoizolant sporește rezistența termică a acoperișului-terasă, pentru a satisface necesitățile cerute de climatul interior și economia de energie în exploatare.

Se consideră materiale termoizolante acele materiale, care prezintă un

coeficient de conductivitate termică de calcul mai mic de 0,5 W/mK.

Materialele termoizolante sunt corpuri poroase în structura cărora intră un schelet solid și aerul din pori sau golurile materialului.

După natura lor, aceste materiale pot fi anorganice realizate pe baza substanțelor minerale și organice - provenite din substanțe de natură organică.

Materialele termoizolante se pot clasifica și după structura lor, în: materiale coerente celulare (b.c.a), necoerente granulare (granulit), fibroase (vată minerală), coerente cu structură mixtă (beton de granulit), materiale din polimeri sintetici (polistiren celular).

Betonul celular autoclavizat se livrează sub formă de blocuri și plăci; are o structură poroasă, omogenă (fig.24.18).

Densitatea aparentă în stare uscată, la b.c.a, variază între 4000-7500 N/m³, iar coeficientul de conductivitate termică are valorile, pentru diferite tipuri de b.c.a, cuprinse între 0,09-0,17 W/mK.

Granulitul (sau betonul de granulit) este o argilă expandată granulată, fabricată pe cale umedă sau uscată, într-un cuptor rotativ.

Granulitul se poate folosi în vrac sau sub formă de plăci de beton de granulit.

Vata minerală este un material compus din fibre subțiri, vârtoase, obținute din topituri de zguri metalurgice acide sau roci naturale.

Evacuarea vaporilor de apă din acoperișurile tip terasă

Poziționarea stratului de difuzie

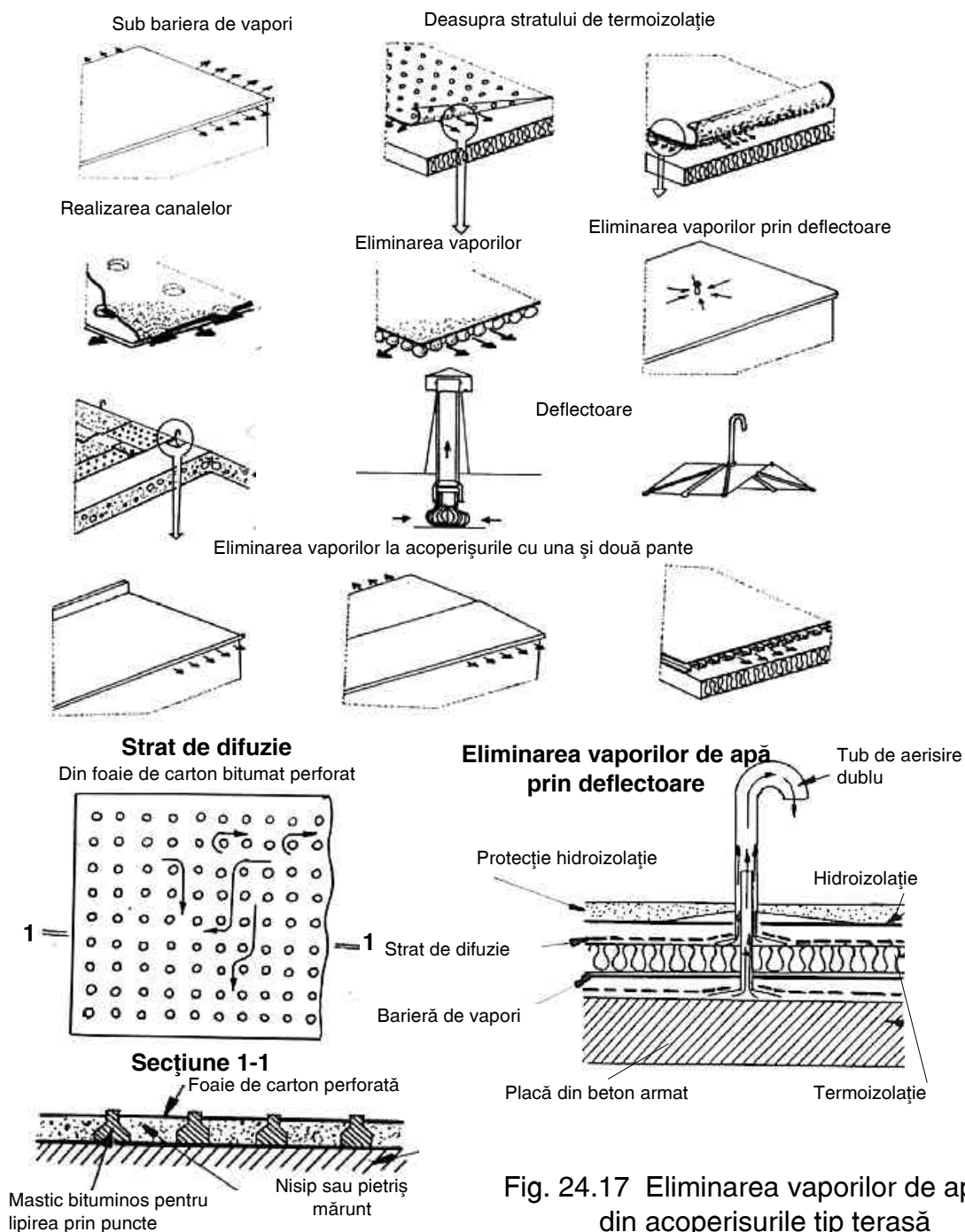


Fig. 24.17 Eliminarea vaporilor de apă din acoperișurile tip terasă

Vata minerală poate fi livrată sub forma următoarelor sortimente: saltele, pâslă, plăci, cochilii, fâșii de șnur. Valorile densității aparente sunt pentru vata minerală folosită la izolații termice în construcții și instalații, de 600...1000 N/m³. Conductivitatea termică a vatei minerale este 0,035 W/mK.

Polistirenul celular este un material plastic celular obținut prin expandarea granulelor de polistiren cu ajutorul unui gaz. Acest material termoizolant se fabrică sub formă de blocuri și plăci.

Polistirenul celular se depozitează, prin stivuire, în depozite uscate, ferit de contactul direct cu apa și sursele de căldură sau flăcări.

Densitatea aparentă a acestui material variază între 150...290 N/cm³, iar conductivitatea termică are valoarea 0,035 W/mK.

Protecția stratului de termoizolație contra umidității provenite din betonul de pantă se realizează din carton bitumat cu marginile lipite sau bitum aplicat prin vopsire.

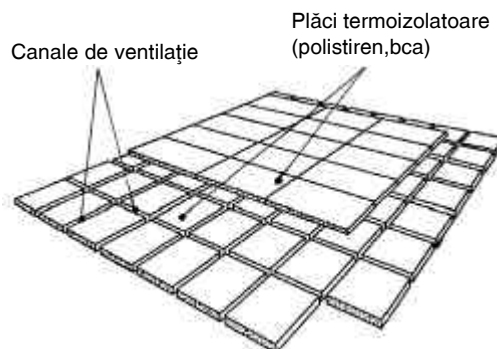
Betonul de pantă, încărcare moartă suplimentară, este recomandabil să se execute din beton ușor, din zgură sau granulit, pentru a contribui și la izolarea termică a acoperișului.

Suportul hidroizolației se realizează dintr-un strat de mortar de ciment de 2...3 cm grosime; această șapă se va arma când betonul de pantă lipsește sau este amplasat sub termoizolație.

Armarea realizează o protecție rigidă a termoizolației contra acțiunilor mecanice.

Strat de termoizolație

Canale de ventilație din pozarea plăcilor termoizolatoare



Canalele de ventilație se obțin prin distanțarea primului rând de plăci termoizolatoare, se dispun pe două direcții perpendiculare, comunicând între ele la intersecție

Termoizolația și straturile adiacente

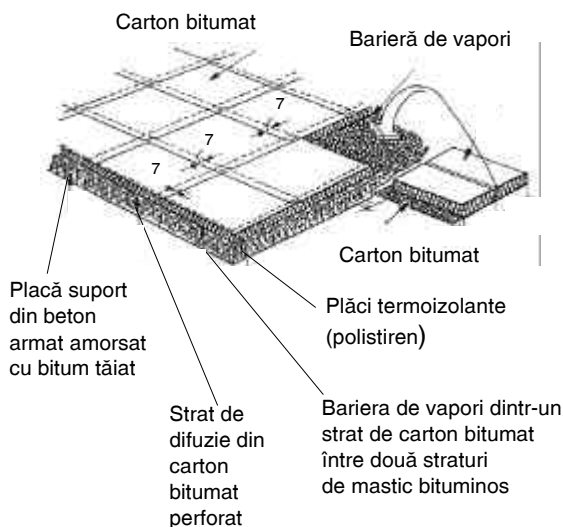


Fig.24.18 Acoperișuri terasă. Stratul de termoizolație

Hidroizolația se execută din: carton bitumat, pânză bitumată, împâslitură de fibre de sticlă bitumată (suport imputrescibil), lipite cu bitum.

Hidroizolația se protejează la exterior, la terasele necirculabile, contra radiațiilor solare, cu un strat de nisip grăunțos, pietriș mărgăritar, șapă de mortar asfaltic sau din celochit.

În cazul pantelor sub 3°, se poate folosi un strat dublu de protecție a hidroizolației, care se obține dintr-un strat de mastic bituminos, pentru fixarea pietrișului, peste care se așează alt strat de lipire din mastic bituminos, pe care se fixează, de asemenea, un strat de pietriș. În cazul pantelor sub 3°, stratul de protecție poate fi realizat și dintr-un strat de pietriș liber.

La terasele circulabile, suportul pardoselii poate fi realizat în funcție de intensitatea circulației, dintr-un strat de nisip de râu sau, în cazul unei circulații foarte intense, dintr-o șapă de mortar armată (fig.24.15).

Stratul de uzură se alcătuiește din plăci de beton, sau din plăci de mortar mozaicat ori mozaic turnat la fața locului, pe un strat suport.

Alcătuire constructivă și tehnologie de execuție

Hidroizolația are rolul de a împiedica pătrunderea apei din precipitații în acoperișul-terasă. Fiind situată la partea superioară a acoperișului, în contact cu radiațiile solare, se va degrada prin îmbătrânirea și rigidizarea bitumului, iar cartoanele și pânzele bitumate, alcătuite

din materii organice, sunt expuse putrezirii.

Pentru evitarea deteriorării hidroizolației, prin îmbătrânire, ea se protejează cu un strat monogranular de pietriș sau agregate ușoare (granulit sau zgură expandată), lipit de hidroizolație. În scopul protejării acestui strat contra radiațiilor solare, mai pot fi folosite vopsele de culoare deschisă pe bază de polimeri.

Hidroizolația fiind, în general, amplasată deasupra stratului termoizolator, acționează ca o barieră puternică împotriva vaporilor și a apei, producând în timpul iernii, condesarea vaporilor în cadrul termoizolației. Reducerea impermeabilității hidroizolației la vaporii poate fi realizată, în cadrul acoperișurilor cu pante mari, prin folosirea pânzelor bitumate și a suspensiei de bitum filerizat; acest strat (hidroizolația la rece) este impermeabil la apă și permeabil la vaporii.

Variațiile mari de temperatură, între noapte și zi sau anotimpurile iarnă și vară, acționează asupra stratului de hidroizolație și a suportului ei, provocând fisurarea lor.

Pentru a reduce eforturile din hidroizolație, cauzate de dilatația termică a șapei-suport, și pentru a împiedica formarea bășicilor în hidroizolație, se va introduce sub acest strat un carton perforat.

Termoizolația este alcătuită din materiale cu rezistență termică mare. Are rolul de a micșora pierderile de căldură și de a proteja construcția

contra fisurilor și a crăpăturilor, cauzate de efectele temperaturii.

În cazul acoperișurilor cu o singură membrană, când hidroizolația se aplică direct pe termoizolație, aceasta din urmă trebuie să fie alcătuită din materiale rezistente la temperatură și la deformare sub influența umezirii repetate.

Acumularea de umezeală, din bilanțul anual de umiditate și din încăperi cu umiditate relativă mai mare de 60%, poate provoca o deteriorare timpurie a stratului de termoizolație.

Reducerea umezelii în acest strat se poate realiza prin creșterea rezistenței la permeabilitatea față de vaporii a straturilor de sub termoizolație, astfel încât să fie egală cu cea din straturile de deasupra. Acest lucru se obține prin aplicarea unei bariere de vaporii foarte puternice, din multiple straturi de cartoane bitumate între straturi de mastic de bitum sau, mai economic, din folii de polimeri.

Strat de difuzie. Tot cu scopul micșorării cantității de umezeală din termoizolație, se folosește intercalarea unor straturi subțiri sau canale de aerare. Acestea permit micșorarea presiunii vaporilor și eliminarea lor în atmosfera exterioară.

Realizarea straturilor de aerare, în cazul acoperișurilor cu o singură membrană (acoperișuri calde), se face prin folosirea cartoanelor ondulate sau perforate (presărate pe fața interioară cu nisip grăunțos), care se aplică uscat pe planșeul de beton armat, peste care

se lipește bariera contra vaporilor, numai în dreptul perforațiilor.

Canalele de aerare se pot executa și în stratul de termoizolație, la partea superioară sau inferioară.

În funcție de umiditatea relativă interioară, poate fi realizat un singur rând de aerare, sau două deasupra și sub stratul de termoizolație.

Stratele și canalele de aerare sunt legate cu atmosfera exterioară pe conturul acoperișului și suplimentar, când suprafața acoperișului e mare, cu deflektore (fig.24.17).

În cazul umidităților relative foarte mari, stratul de termoizolație se protejează contra umidității prin crearea acoperișului cu două membrane cu strat de aer ventilat.

Stratul de difuzie a vaporilor e constituit din strate continue de aer care au rolul de egalizare a presiunii vaporilor (fig.24.17).

Indiferent de modul de alcătuire, acest strat trebuie să fie pus în legătură cu aerul exterior, pentru a permite eliminarea vaporilor spre atmosfera exterioară.

Acest strat are diverse amplasări, ca: între termoizolație și hidroizolație sau între planșeu și bariera contra vaporilor.

Bariera contra vaporilor este stratul care se așează de obicei între planșeu și termoizolație.

Acest strat subțire are o mare rezistență la difuzia vaporilor, care, prin condesare, ar produce în stratul termoizolator o umezire progresivă.

Scurgerea apelor meteorice pe acoperișurile terasă

Acoperișuri cu două plane

Scurgerea apei prin exteriorul clădirii

Scurgerea apei prin interiorul clădirii



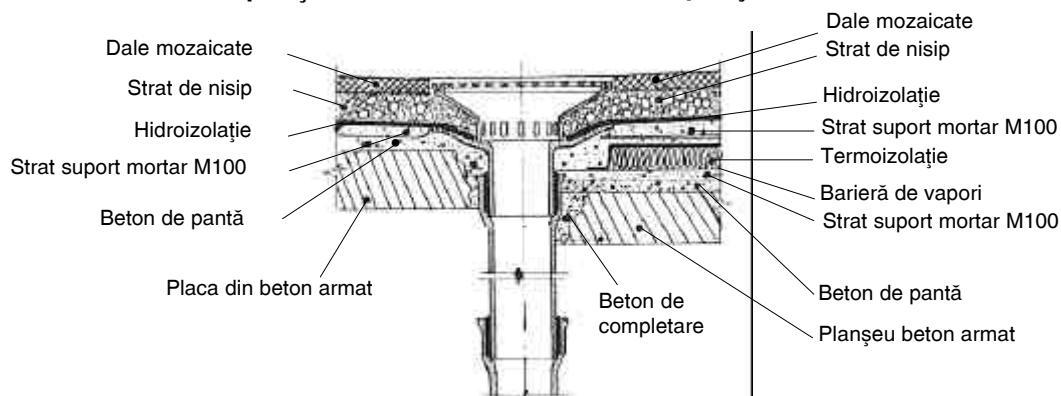
Acoperișuri cu patru plane înclinate



Scurgerea apei prin interiorul clădirii

Acoperiș neizolat termic

Acoperiș izolat termic



Scurgerea apei prin exteriorul clădirii

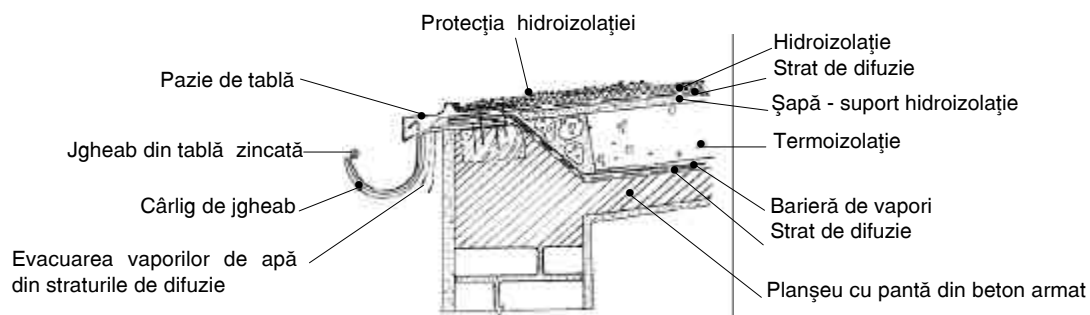


Fig. 24.19 Acoperișuri terasă. Moduri de colectare și evacuare a apelor din precipitații prin interiorul sau exteriorul clădirii

Stabilirea ca necesitate a barierei contra vaporilor se face pe baza calculului higrotermic.

Condiții de execuție. Stratul suport al planșeului trebuie să aibă o planeitate suficientă. Acest lucru este necesar pentru ca, ulterior, să nu se încarce inutil cu straturi de egalizare. În cazul denivelărilor, se execută o șapă de egalizare.

Straturile de termoizolație, realizate din beton ușor turnat, sunt întrerupte din loc în loc de rosturi, umplute ulterior cu mastic bitumat.

Termoizolația executată din materiale în vrac se face în straturi de 10 cm, fiind îndesate cu maiuri ușoare.

Plăcile semirigide de vată minerală - termoizolație estetică - se așează fără rosturi, iar pentru evitarea unei tasări excesive a termoizolației și a umezirii, stratul de protecție (mortar de ciment) se așterne odată cu aplicarea termoizolației.

Pentru evitarea umezirii termoizolației, cauzată de precipitațiile atmosferice, este necesar ca:

- acest strat să se aplice în fâșii transversale pe lățimea clădirii;
- suprafața fâșiilor să fie astfel aleasă, încât să existe condițiile de acoperire a termoizolației cu o hidroizolație;
- în timpul execuției, suprafața acestui strat se va acoperi provizoriu cu cartoane bitumate sau folii de polietilenă.

Pe stratul termoizolator rigid sau elastic circulația este interzisă.

În cazul planșeelor cu pod, termoizolația (granulit, saltele de vată minerală, plăci b.c.a. sau polistiren celular) se va acoperi cu un carton simplu, pentru a se evita umezirea la podurile necirculabile și cu o șapă de beton slab armat la podurile circulabile.

Termoizolația din plăci de b.c.a. se așează cu rosturi strânse pe un pat de nisip sau mortar, pentru a nu deteriora bariera de vaporii.

Termoizolația din plăci de polistiren celular se aplică pe bariera contra vaporilor, prin lipire continuă cu un strat de bitum cald (fig.24.18). Având în vedere rezistența mică a polistirenului celular la temperaturi înalte, hidroizolația se aplică prin intermediul unui strat de difuzie a vaporilor, după ce plăcile de polister au fost acoperite, înaintea montării pe acoperiș, cu o peliculă din mortar de ciment cu aracet. Altă soluție ar fi ca placa de polistiren celular să fie acoperită prin lipire în prealabil cu un strat al hidroizolației. Deflectoarele, care realizează comunicarea stratului de aer ventilat cu exteriorul, se distribuie uniform, pentru a ventila o suprafață de 10x10 m. Deflectoarele realizează legătura straturilor de difuzie cu atmosfera exterioară.

Racordarea învelitorii.

Învelitoarea acoperișurilor-terasă se va racorda:

- cu elementele verticale ale acoperișului;

- la gurile de scurgere;
- la rosturile de deformatii.

În cazul racordării și etanșării hidroizolației cu elementele verticale, trebuie să se aibă în vedere, în primul rând fixarea și protejarea hidroizolației verticale, și, în al doilea rând, închiderea rostului la marginea izolației (fig.24.14; fig.24.19).

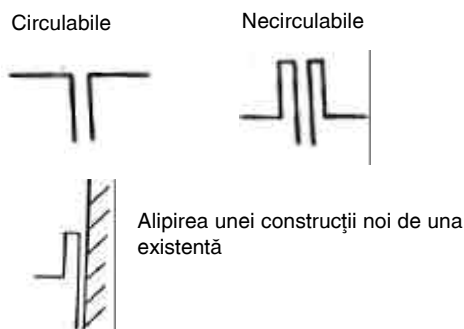
Peste hidroizolația aticului, care parcurge suprafața verticală și orizontală a acestuia, se prevede o plintă și o copertină din beton armat, care, la terasele necirculabile, se acoperă cu o pazie de tablă zincată. Plinta se realizează din mortar armat cu plasă de rabiț și o rețea de fier beton. La partea superioară a parapetului, hidroizolația se fixează prin introducerea în rostul zidăriei. Plinta de protecție a hidroizolației verticale se poate ancora în copertină.

Racordarea hidroizolației la gurile de scurgere (fig.24.19), care reprezintă legătura între învelitoarea terasei și burlanele interioare, se realizează cu deosebită atenție, deoarece în acest loc al terasei se trece de la curgerea liberă la curgerea etanșă.

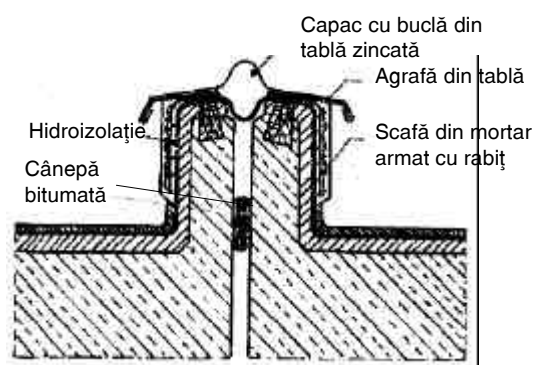
Etanșeitatea perfectă în jurul conductei se obține cu: tablă subțire de plumb, pânză impregnată, bitum sau mastic bituminos, care fac legătura între conducta interioară de scurgere și hidroizolația curentă a terasei. Aceste materiale se mulează în formă de pâlnie și sunt presate, cu ajutorul unui inel, în gura de scurgere. Ultimul strat al hidroizolației se aplică peste flanșa

Rosturi de deformatii la acoperisuri tip terasă

Tipuri de rosturi



Rost la acoperiș terasă necirculabilă



Rost la acoperiș terasă circulabilă

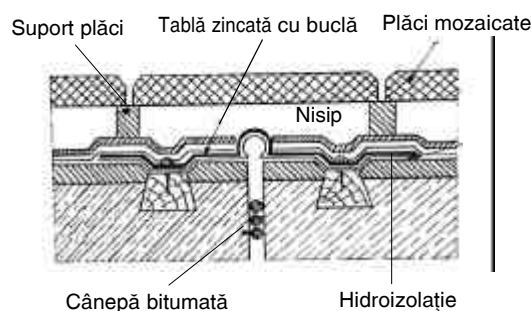


Fig. 24.20 Rosturi de deformatii la acoperisuri terase. Racordarea hidroizolației.

orizontală. În cazul terasei necirculabile, la nivelul ultimului strat de izolație hidrofugă se montează în ștuț un guler de tablă zincată cu secțiunea de cornier, de care este fixat un grătar de sârmă zincată. Racordarea hidroizolației la rosturile de deformării (fig.24.20) trebuie astfel rezolvată, încât să permită deplasarea relativă a celor două tronsoane de clădire, dar totodată să nu introducă tensiuni în stratul de hidroizolație.

La terasele necirculabile, rostul se rezolvă prin executarea unor reborduri pe care se ridică hidroizolația. Acest

strat se execută cu o buclă și se aplică pe un strat de mortar de ciment, obținut cu scafe rotunjite. Acoperirea rostului se realizează cu piese prefabricate sau cu tablă galvanizată, asigurând scurgerea apelor direct pe terasă.

Rostul de deformării, la terasele circulabile, trebuie să fie de nivel, iar continuitatea hidroizolației se asigură prin foi metalice care au, în dreptul rostului, prevăzută o buclă. Această buclă, asigură un spor de lungime în cazul dilatării rostului, astfel încât să nu se producă solicitări în hidroizolație

Bibliografie

1. AGENT, R., - Expertizarea și punerea în siguranță a clădirilor existente, afectate de cutremure, Editura FAST PRINT, București, 1998.
2. AGENT, R., POSTELNICU, T., - Calculul structurilor cu diafragme din beton armat (vol.1 și 2), București, Editura Tehnică, 1982, 1983.
3. ALDER, L., SOLOMON, Z. și ENACHE, C., - Proiectarea clădirilor și ansamblurilor industriale, Editura Tehnică, 1973.
4. ANDREICA, H.A. și DUMITRAȘ, M., - Proiectarea construcțiilor, Editura Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca, 1994.
5. ARSENIE, G., ș.a. - Soluții de consolidare a construcțiilor avariate de cutremure, Editura Tehnică, 1997.
6. ASANACHE, H., - Higrotermica clădirilor, Editura MATRIX ROM, București, 1999.
7. AVRAM, C., BOB, C., - Noi tipuri de betoane speciale, Editura Tehnică, București, 1980.
8. BĂLAN, Șt., CRISTESCU, V., CORNEA, I., - Cutremurul de pământ din România de la 4 martie 1977, București, Editura Academiei, 1982.
9. BĂLAN, S., ARCAN, M., - Încercarea construcțiilor, Editura Tehnică, București, 1965.
10. BAUD, G., - Le Bâtiment, Editions Bordas, Paris, 1972.
11. BELCEA, N., DARIE, M., - Acoperișuri, Universitatea Tehnică de Construcții București, 1978.
12. BOB, C., - Încercarea construcțiilor, Universitatea Tehnică Timișoara, 1981.
13. BOB, C., - Verificarea calității, siguranței și durabilității construcțiilor, Editura Facla, Timișoara, 1989.
14. BOGHIAN, V., - Construcții din lemn, Universitatea Tehnică Iași, 1970.
15. BOGHIAN, V., - Construcții industriale, vol I, II, Universitatea Tehnică Iași, 1987.
16. BOGHIAN, V., JERGHIUȚA, V., CIORNEI, Al., GAVRILAȘ, I., TARANU, N., - Indrumător pentru proiectarea construcțiilor de lemn, Universitatea Tehnică Iași, 1970.
17. BOGHIAN, V., CIORNEI, Al., TÂNĂSACHI, L., - Elemente de construcții din materiale plastice cu fibre de sticlă. Buletin de informare tehnică. Construcții industriale și agro-zootehnice. Caietul C, nr.9, București 1970.
18. BOGHIAN, V., CIORNEI, Al., TÂNĂSACHI, L., ȘTEFANI, T., CORNEA, R., MOȚOI, M., - Luminatoare din poliesteri armați cu fibre de sticlă la hale industriale. Revista Materiale plastice, nr.1, București 1972.
19. BORGES, F.J., CASTANHETA, M., - Siguranța construcțiilor, Editura Tehnică, București, 1974.
20. BRONNIKOV, P., I., - Construcții din elemente spațiale, Editura Tehnică, București, 1983.
21. CARACOSTEA, A., - Manualul pentru calculul construcțiilor, vol I, Editura Tehnică, București, 1977.
22. CIORNEI, Al., - Clădiri, vol I - (Evoluția sistemelor constructive în istoria arhitecturii. Noțiuni de sistematizare.), Universitatea Tehnică Iași, 1973.
23. CIORNEI, Al., - Clădiri, vol II - partea 1 - (Fundații. Pereți.), Universitatea Tehnică Iași, 1974.
24. CIORNEI, Al., - Clădiri, vol II - partea 2 - (Planșee. Scări. Acoperișuri.), Universitatea Tehnică Iași, 1974.
25. CIORNEI, Al., BROȘTEANU, M., - Indrumător pentru proiectarea construcțiilor civile, vol I, Universitatea Tehnică Iași, 1978.
26. CIORNEI, Al., SECU, Al., VASILACHE, M., - Indrumător pentru proiectarea construcțiilor civile, vol II, Universitatea Tehnică Iași, 1983.
27. CIORNEI, Al., VASILACHE, M., SECU, Al., ȘTEFĂNESCU, D., VIDRAȘCU, I. - Indrumător pentru proiectarea construcțiilor civile, Universitatea Tehnică Iași, 1991.
28. CIORNEI, Al., RĂILEANU, P., - Cum dominăm pământurile macroporice sensibile la umezire, Editura Junimea, Iași 2000
29. CIORNEI, Al., - Determinarea caracteristicilor termice ale unui tip de planșeu cu corpuri ceramice. Revista Materiale de construcții, nr.3, București 1976.
30. CIORNEI, Al., - Considerații asupra folosirii poliesterilor armați cu fibre desticlă în construcții. Revista Materiale de construcții, nr.1, 1978.
31. CIORNEI, Al., - Un nou tip de iluminator din poliesteri armați cu fibre de sticlă. Revista Construcții, nr.3, București 1978.
32. CIORNEI, Al., ȘTEFĂNESCU, D., POPESCU-DOLJ, S., - Contribuții la concepția elementelor de compartimentare interioare, integral din ipsos armat, la clădiri industriale (Stâlpi din IAFS). Revista Construcții, nr.3, București 1978.

33. CIORNEI, AL., - Încercări de durată a unor noi tipuri de structuri din P.A.S. Revista Construcții, nr. 10, București 1980.
34. CIORNEI, AL., - Elemente de construcții noi din ipsos armat. Revista Construcții, nr.6-7, București 1987.
35. CIORNEI, AL., - Tipuri noi de pereți interiori din fâșii de ipsos armat. Revista Construcții, nr.1-2, București 1988.
36. CIORNEI, AL., - Bara din ipsos armat pentru scheletul pereților despărțitori. Revista Construcții, nr.9-10, 1988.
37. CIORNEI, AL., VASILACHE, M., IACOBAN, N., - Ipsos armat cu fibre de sticlă cu adaos de polimeri. Revista Materiale de construcții, nr.3, București 1988.
38. CIORNEI, AL., VASILACHE, M., VORNICU, T., POPEȘTEANU, C., - Panou exterior autoportant din ipsos-beton și ipsos armat cu fibre de sticlă. Revista Materiale de construcții, nr. 4, București 1988.
39. CIORNEI, AL., ALEXANDRESCU, E., BAIALUS, A., - Considerații privind realizarea unor elemente de construcții din ipsos armat cu fibre de sticlă. Revista Materiale de construcții, nr.4, București 1989.
40. CIORNEI, AL., VASILACHE, M., - Soluție de reabilitare higrotermică a clădirilor din fondul locativ. Revista Calitatea construcțiilor, nr. 4-5, București 1991.
41. CIORNEI, AL., - Reinforced plaster with longitudinal ribs elements (Fâșii cu nervuri longitudinale din ipsos armat). Revista Materiale de construcții, nr. 4, București 1991.
42. CIORNEI, AL., VASILACHE, M., - Comportarea mecanică a ipsosului armat cu fibre de sticlă. Revista Materiale de construcții, nr. 1, București 1991.
43. CIORNEI, AL., VIDRAȘCU, I., - Comportarea la curgere lentă ipsosului armat. Revista Materiale de construcții, nr. 3, București 1992.
44. CIORNEI, AL., - A new closure panel on reinforced plaster (Un nou panou de închidere din ipsos armat). Revista Materiale de construcții, nr. 1, București 1993. CIORNEI, AL., VASILACHE, M., - Satisfacerea cerințelor de confort termic un factor important al calității clădirilor. Revista calitate și disciplină în construcții, nr. 2-3 (11), București 1993.
45. CIORNEI, AL., - Sistemul calității în construcții. Prezentarea institutului de cercetări pentru clădiri din Marea Britanie (Building Research Establishment BRE 1991). Revista Calitatea și disciplina în construcții, nr. 1, București 1993.
46. CIORNEI, AL., ȘTEFĂNESCU, D., P., - Analiza izolării termice a planșeelor cu corpuri din ipsos armat. Revista Materiale de construcții, nr. 1, București 1994.
47. CIORNEI, AL., VASILACHE, M., - Protecția termică și economică de energie în exploatare la clădirile din elemente ușoare. Revista Materiale de construcții, nr. 3, București 1994.
48. CIORNEI, AL., - Planșeu din beton cu corpuri ceramice sau din ipsos armat. Revista Materiale de construcții, nr. 2, București 1995.
49. COMȘA, E., TUTU, L., - Construcții civile, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, vol I, 1977.
50. COMȘA, E., ș.a. - Proiectarea funcțională și constructivă a clădirilor de locuit, partea I, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, 1986.
51. COMȘA, E., ș.a. - Proiectarea funcțională și constructivă a clădirilor de locuit, partea II, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, 1987.
52. COMȘA, E., - Construcții civile, vol I, partea I, II, Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca, 1992.
53. COMȘA, E., MOGA, I., - Elemente de higrotermică și acustica clădirilor - Construcții civile, partea II, Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca, 1992.
54. COTTA, N., L., CORTU, I., ȘERBU, A., - Elemente de construcții și case prefabricate din lemn, Editura Tehnică, București, 1990.
55. DABIJA, F., - Structuri de rezistență la clădiri civile, Universitatea Tehnică de Construcții, București, 1980.
56. DROGEANU, N., NEGOIȚĂ, A., - Clădiri civile, Vol. I, Editura didactică și pedagogică, 1964.
57. DUMITRAȘ, M., ANDREICA, H., A., - Curs general de construcții, Editura Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca, 1995.
58. DUVAL, E., - Clădiri de locuit fără poluare cu consum redus de energie, Editura Tehnică, București, 1997.
59. EICHLER, F., Praktische Wärme im Hochbau, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1964.
60. ENESCU, M., COSTACHE, AL., - Îvelitori pentru acoperișuri plate, Editura Tehnică, București, 1966.
61. FOCȘA, V., RADU, A., - Îndrumător pentru lucrări de laborator la clădiri civile și industriale, Editura didactică și pedagogică, București 1967.
62. FOCȘA, V., - Clădiri civile (Pereți, alcătuire, calcul), Universitatea Tehnică Iași, 1970.
63. FOCȘA, V., - Clădiri civile (Scări, tâmplărie, pardoseli, finisaje), Universitatea Tehnică Iași, 1972.
64. FOCȘA, V., - Clădiri civile (Acoperișuri), Universitatea Tehnică Iași, 1973.
65. FOCȘA, V., - Construcții civile, vol I, Universitatea Tehnică Iași.
66. FOCȘA, V., - Higrotermica și acustica clădirilor, București, Editura didactică și pedagogică, 1975.
67. FOCȘA, V., BROȘTEANU, M., - Higrotermica clădirilor, Universitatea Tehnică Iași, 1983.
68. FOCȘA, V., DIMOFTE, Z., - Clădiri în climat cald, Editura Tehnică, București, 1985.
69. FOCȘA, V., VEREȘ, AL., BLIUC, I., BROȘTEANU, M., - Construcții civile - Îndrumător de proiectare, Universitatea Tehnică Iași, 1985.

70. FOCȘA, V., CIORNEI, Al., CIORNEI, N., - Comportarea la încărcarea de durată a unui luminator de suprafață mare, din poliesteri armați cu fibră de sticlă (Pas), Buletinul Institutului Politehnic din Iași, tomul XXIV (XXVIII), fasc. 1-2, Construcții. Arhitectură. Secția V, 1978.
71. FURDUI, C., MIREAN, R., - Construcții, Universitatea "Politehnică" Timișoara, 1994.
72. GAVRILAȘ, I., - Curs general de construcții, Universitatea Tehnică Iași, 1985.
73. GAVRILAȘ, I., - Fizica construcțiilor. Reabilitarea higrotermică a clădirilor, Editura "GERMI" Iași, 1999.
74. GEORGESCU, I., G., - Clădiri înalte cu structuri rigide Vol. I, II, Universitatea Tehnică Iași, 1975.
75. GHEORGHITĂ, L., MOHR, A., - Finisaje de protecție la construcții industriale în medii agresive, Editura Tehnică, București, 1966.
76. GHEORGHIU, F., GRUNAU, R., - Funcționalitatea și protecția fațadelor, București, C.D.C.A.S., 1977.
77. GHIOCEL, D., DABIJA, F., DARIE, M., ISPAS, M., NICOLAU, V., DEMIR, V., POPESCU, L., ASANACHE, H., VIERESCU, R., - Construcții civile, Editura didactică și pedagogică, București, 1985.
78. GHIOCEL, D., LUNGU, D., - Acțiunea vântului, zăpezii și a variațiilor de temperatură în construcții, București, Editura Tehnică, 1972.
79. GIURGIU, I., - Construcții Curs general, Vol. 1-5, Universitatea Tehnică Cluj, 1973.
80. GRUNER, I., ș.a. - Curs de clădiri civile, vol. 2, Universitatea Tehnică Timișoara, 1969.
81. HANDISYDE, C., C., - Building Materials, Science and Practice, The Architectural Press, London, 1969.
82. HANGAN, M., - Construcții din beton armat, Editura Tehnică, 1963.
83. HANGAN, S., CRAINIC, L., - Concepte și metode energetice în dinamica construcțiilor, Editura Academiei R.S.R., 1980.
84. HARDT, D., - Materiale pentru construcții și finisaje, Editura didactică și pedagogică, București, 1976.
85. HARDT, D., - Proiectarea detaliilor de finisaj, Editura Tehnică, București, 1974.
86. HERTD, D., - Proiectarea detaliilor de construcții. Editura Tehnică, 1973.
87. IANCA, I., S., - Construcții pentru transporturi, Universitatea Tehnică Timișoara, 1992.
88. IFRIM, M., - Analiza dinamică a structurilor și inginerie seismică, Editura didactică și Pedagogică, București, 1979.
89. IONESCU, I., ISPAS, T., - Proprietățile și tehnologice betoanelor, Editura Tehnică, București, 1987.
90. IPSAS, M., POPESCU, L., - Planșee, Universitatea Tehnică de Construcții, București, 1977.
91. IRHAȘIU, V., A., - Construcții, Universitatea "Politehnică", Timișoara, partea I (1983), II (1985), III (1994).
92. IUDIN, E., - Izolarea împotriva zgomotului, Editura Tehnică, București, 1968.
93. IVIANȘCHI, A., M., OVECIACHIE, A., M., - Elemente de construcții, vol III - Construcții de beton armat și de ****, Editura CFR, 1953.
94. JERGHIUȚĂ, V., A., SECU, A., DECHER, E., - Elemente de proiectare pentru construcții agricole, Universitatea Tehnică, Iași, 1989.
95. JERGHIUȚĂ, V., A., - Construcții agricole, Universitatea Tehnică, Iași, 1973.
96. MÎRȘU, O., FRIEDRICH, R., - Construcții din beton armat, București, Editura didactică și pedagogică, 1980.
97. MARUSCIAC, D., - Construcții civile, Editura Tehnică, București, 1998.
98. MARUSCIAC, D., ANDREICA, H., A., - Construcții din lemn, Uiversitatea Tehnică, Cluj-Napoca, 1994.
99. MARUSCIAC, D., DARIE, M., JERGHIUȚĂ, V., A., - Construcții agricole, Editura didactică și pedagogică, București, 1982.
100. MARUSCIAC, D., TUTU, L., DUMITRAȘ, M., - Construcții civile, vol. II, Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca, 1986.
101. MIHĂESCU, A., ș.a. - Construcții civile, vol. I, II, Universitatea "Politehnică", Timișoara, 1990.
102. MOAVENZADEH, F., - Concise Encyclopedia of Building and Construction Materials, Pergamon Press, Oxford, England, 1990.
103. MOISESCU, A., SĂFTOIU, E., - Betonul în arhitectură, Editura Tehnică, 1964.
104. MULLER, W., K., - Bawentwurfs Taschenbuch, Band, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1972.
105. MUNTEANU, I., I., - Structuri pentru construcții, vol. I, II, Editura Academiei, București, 1983.
106. NĂVODARIU, M., - Fațade-cortină-sinteză documentară, CDCAS, 1972.
107. NEGOIȚĂ, Al., CIORNEI, Al., AUR, BUDESCU, M., - Comportarea materialelor și a construcțiilor din zidărie portantă la acțiuni seismice în orașul Iași. Buletinul Universitatea Tehnică din Iași, tomul XXIV (XXVIII), fasc. 3-4, Construcții. Arhitectură, 1978.
108. NEGOIȚĂ, Al., FOCȘA, V., RADU, A., POP, I., ȚUȚU, L., DUMITRAȘ, M., NEGOIȚĂ, I., - Construcții civile, Editura didactică și pedagogică, București, 1976.
109. NEUFERT, Al., - Les éléments des projets de construction, Dunod, Paris, 1976.
110. NEVILLE, A., M., - Proprietățile betonului, Editura Tehnică, București, 1980.
111. NICULESCU, D., D., - Executarea clădirilor de locuit din panouri mari, Editura Tehnică, București, 1961.
112. NICULESCU, P., - Curs general de construcții, partea I, Editura didactică și pedagogică, București, 1965.
113. PAPAE, R., M., - Construcții, tehnică și artă, Editura Tehnică, București, 1989.

114. PAULAY, Th., BACHMANN, H., MOSER, K., - Proiectarea structurilor de beton armat la acțiuni seismice, Editura Tehnică, București, 1997.
115. PEȘTIȘANU, C., DARIE, M., POPESCU, L., VOICULESCU, M., - Construcții civile, industriale și agricole, Editura didactică și pedagogică, București, 1981.
116. PEȘTIȘANU, C., - Construcții, București Editura didactică și pedagogică, 1979.
117. POP, I., TUTU, L. - Clădiri, partea I, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, 1975.
118. POP, M., V., - Construcții industriale, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, 1985.
119. POPESCU, V., PĂȚÎRNICHE, N., CHESARU, E., - Calitatea și siguranța construcțiilor, Editura Tehnică, București, 1987.
120. PRECUPAN, D., - Rezistența construcțiilor, Universitatea Tehnică Iași, 1984.
121. RADU, A., RADU, V., - Îndrumător aerodinamica construcțiilor, Universitatea Tehnică Iași, 1981.
122. RADU, A., SARDINO, R., - Clădiri, Universitatea Tehnică Iași, vol. I (1972), II (1974).
123. RADU, A., VEREȘ, AL., - Construcții civile, parte I, Universitatea Tehnică - Iași, 1985.
124. RICCI, M., RICCI, T., - Introducere în acustica arhitecturală, Editura Tehnică, București, 1974.
125. SALVADORI, M., - Construcții. Lupta împotriva gravitației, Editura Albatros, București, 1983.
126. SALVADORI, M., - Mesajul structurilor, Editura Tehnică, București, 1991.
127. SIEGEL, C., - Forme structurale ale arhitecturii moderne, Editura Tehnică, 1968.
128. SILION, T., - Geologie, geotehnică și fundații, Universitatea Tehnică - Iași, 1973.
129. SIMIONICI, M., DOERESCU, C., - Betonul celular autoclavizat, Editura Tehnică, București, 1964.
130. SMIGELSKI, M., ș.a. - Proiectarea fațadelor cu elemente prefabricate, București, Editura Tehnică, 1983.
131. STEIGER, E., BUSH, K.F., - Meyers Taschenlexikon Bau technik, VEB Bibliographisches Institut, Leipzig, Germania, 1978.
132. STOIAN, V., - Higrotermica și acustica construcțiilor, Editura Universitatea Tehnică Timișoara, 1979.
133. STOIAN, V., TUDOR, D., - Construcții civile, Editura Universitatea Tehnică Timișoara, vol. II, 1983.
134. STOIAN, V., CLIPIL, T., - Proiectarea asistată de calculator în construcții (Îndrumar pentru proiectare, partea I, II), Editura Universitatea Tehnică Timișoara, 1995.
135. STRĂTESCU, I., - Breviar de defecte în construcții, Editura Tehnică, București, 1990.
136. SUMAN, R., GHIBU, M., GHEORGHIU, N., OARĂ, C., OȚEL, A., - Tehnologii moderne în construcții, vol I,II,III, Editura Tehnică, București, 1988.
137. ȘTEFĂNESCU, D., VELICU, C., - Clădiri civile, Editura Experților Tehnici, Iași 1997.
138. TOLOGEA, S., - Accidente și avarii în construcții, Editura Tehnică, București, 1980.
139. TRELEA, A., - Tehnologia construcțiilor, București, Editura didactică și pedagogică, 1975.
140. TUDOR, F., D., - Construcții civile, industriale și agricole, Universitatea Tehnică Timișoara, 1986.
141. TUDOR, D., - Construcții în transporturi, Universitatea Tehnică Timișoara, 1990.
142. TUDOR, D., STOIAN, V., - Construcții civile, vol. I, Editura Universitatea Tehnică Timișoara, 1979.
143. TUDOR, D., ș.a. - Îndrumător de laborator la construcții civile, Universitatea "Politehnică" Timișoara, 1991.
144. VAITEANU, D., DĂRĂBONT, AL., IANA, M., MUNTEANU, M., COSTESCU, M., - Circulația și poluarea mediului urban, Editura Tehnică, București, 1983.
145. VASILACHE, M., IONESCU VASILACHE, GH. - Protection de l'Environnement. Protecția mediului, Editura Experților Tehnici, Iași, 1998.
146. VASILACHE, M., VELICU, C. - Ghid pentru reabilitarea termică a clădirilor de locuit, Editura Experților Tehnici, Iași, 1997.
147. VASILESCU, G., MIERLIȚĂ, M., - Iluminarea naturală și artificială la clădirile civile și de producție, Editura Tehnică, București, 1984.
148. VELICU, C., - Curs general de construcții, Universitatea Tehnică, Iași, 1995.
149. VELICU, C., - Elemente de sistematizare și urbanism, Editura Experților Tehnici, 1997.
150. VEREȘ, AL., POPPEL, M., BERVIN, V., - Îndrumător pentru proiectul de clădiri civile, Universitatea Tehnică Iași, 1965.
151. VEREȘ, AL., - Construcții, partea I, Universitatea Tehnică Iași, 1976.
152. VERNESCU, D., ENE, AL., - Însoțirea și iluminarea naturală în arhitectură și urbanism, București, Editura Tehnică, 1977.
153. WEGNER, N., - Elemente de proiectare acustică în construcții, Editura Academiei, București, 1960.